Phys. sp.
360
ㄴ

Phys Sp.

360 t

Lainer

Anleitung

zu den

Laboratoriumsarbeiten

mit besonderer Rücksicht
auf die Bedürfnisse des Photographen

von

Alexander Lainer,

k. k. Professor und wirkl. Lehrer für Chemie und Physik an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien.

Mit 243 Abbildungen.

Halle a. S.
Verlag von Wilhelm Knapp.
1892.

191 Z

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Da bisher kein selbständiger, kurzer Leitfaden über die Ausführung der verschiedenartigen Laboratoriumsarbeiten erschienen ist, andererseits aber eine genaue, saubere Durchführung derselben bei der Herstellung von Sensibilisirungs-Lösungen, Entwicklern, verschiedener Präparate etc. zum Gelingen des chemisch-technischen Theiles der Photographie nöthig ist, so glaubt Verfasser durch vorliegende Anleitung eine praktische Ergänzung zu seinem Lehrbuche der photographischen Chemie geschaffen zu haben.

Die meisten der angeführten Operationen finden in der photographischen Praxis eine mehr oder minder ausgedehnte Verwendung. Es wurde bei deren Beschreibung stets auf die einfachste Form der Ausführung das Hauptgewicht gelegt. An manchen Stellen finden jedoch auch solche Operationen und Apparate kurze Erwähnung, deren Kenntnis zur Ausübung einfacher analytischer Arbeiten erforderlich ist.

Alexander Lainer.

Inhalt.

1. Die mechanische Zertheilung.

Seite

a) Zerkleinern 1
b) Pulverisiren 2
c) Sieben und Schlämmen 3

2. Quantitätsbestimmung.

a) Wägen 4
b) Abmessen von Flüssigkeiten 8
1. Körpermaass und spec. Gewicht 8
2. Bestimmung des spec. Gewichtes bei Flüssigkeiten 10
a) Bestimmung des spec. Gewichtes durch Abwägen der Flüssigkeit 11
b) Bestimmung des spec. Gewichtes mittelst der Aräometer . . 12
3. Messen der Temperaturen 18
4. Messgefässe für Flüssigkeiten 23

3. Das Auflösen fester Körper.

a) Allgemeine Bemerkungen über Lösungen, Verdampfen und Sieden . . 30
b) Geräthschaften zum Auflösen und Erwärmen etc. 32
1. Gefässe 33
2. Heiz- und Kochvorrichtungen 36
3. Stative 42
4. Wasserbäder, Sandbäder etc. 42
c) Durchführung einer Auflösung 46
d) Aufbewahren von Flüssigkeiten und festen Stoffen. 51

4. Abscheidung fester Körper aus deren Lösungen.

a) Krystallisation 56
b) Fällung oder Präcipitation 60

5. Mechanische Trennung fester und flüssiger Körper.

a) Decantation 62
b) Filtration 64
Geräthschaften zum Filtriren 64
1. Trichter 64
2 Filter 66

3. Colatorium 71
4. Filtrirgestelle 72
5. Filtriren bei verdichteter Luft 74
6. Saugapparate 74
c) Auswaschen der Niederschläge und die Dialyse 78
d) Trocknen der Niederschläge etc. 85

6. Trennung flüchtiger Stoffe von minderflüchtigen oder nichtflüchtigen Körpern.

a) Destillation 87
b) Sublimation 91
c) Glühen 93

7. Schmelzen und Aufschliessen.

Nachtrag.

Alphabetisches Inhalts-Verzeichniss.

Die
chemisch-physikalischen Operationen.

Die Herstellung photographischer Präparate besteht in der Durchführung einer Reihe von Operationen, die an und für sich einfacher Natur sind, trotzdem aber sehr häufig nicht ordnungsgemäss zur Erledigung kommen.

Dem Anfänger in einem Berufe müssen eben selbst die einfachsten Handgriffe gezeigt oder doch erklärt werden und dieser Aufgabe soll in vorliegender Arbeit entsprochen werden.

Die chemisch-physikalischen Operationen können wie folgt eingetheilt werden:

1. Zerkleinern, Pulverisiren und Schlämmen;
2. die Quantitätsbestimmung;
3. das Auflösen fester Körper, Erwärmen und Sieden;
4. die Krystallisation und Fällung;
5. die Filtration und Decantation;
6. die Destillation und Sublimation;
7. das Schmelzen und Aufschliessen.

Die unter 1, 2, 3, 5 angeführten Manipulationen gehören zur Alltagsarbeit des praktischen Photographen, die unter 4, 6 und 7 angeführten Operationen wiederholen sich nach bestimmten Zeitintervallen und finden hauptsächlich bei der Wiedergewinnung von Silber und Gold aus photographischen Rückständen, sowie allgemein bei der Herstellung photographischer Präparate Anwendung.

1. Die mechanische Zertheilung.

Bevor man einen Körper einer weiteren Verarbeitung zuführt, ist es meist nöthig oder vortheilhaft, ihn in einen pulvrigen Zustand überzuführen. Hierher gehören die Operationen des Zerkleinerns, Pulverisirens und des Schlämmens.

a) Zerkleinern.

Um sehr harte Gegenstände, wie etwa gebleichtes Schellack etc. zu pulverisiren, ist vorerst ein entsprechendes Zerkleinern

nothwendig. Dazu dienen die Mörser aus Porzellan, Eisen oder Stahl, welche in zwei Hauptformen, dem Pillenmörser Fig. 1 und dem Stampf- oder Stossmörser Fig. 2 gebräuchlich sind.

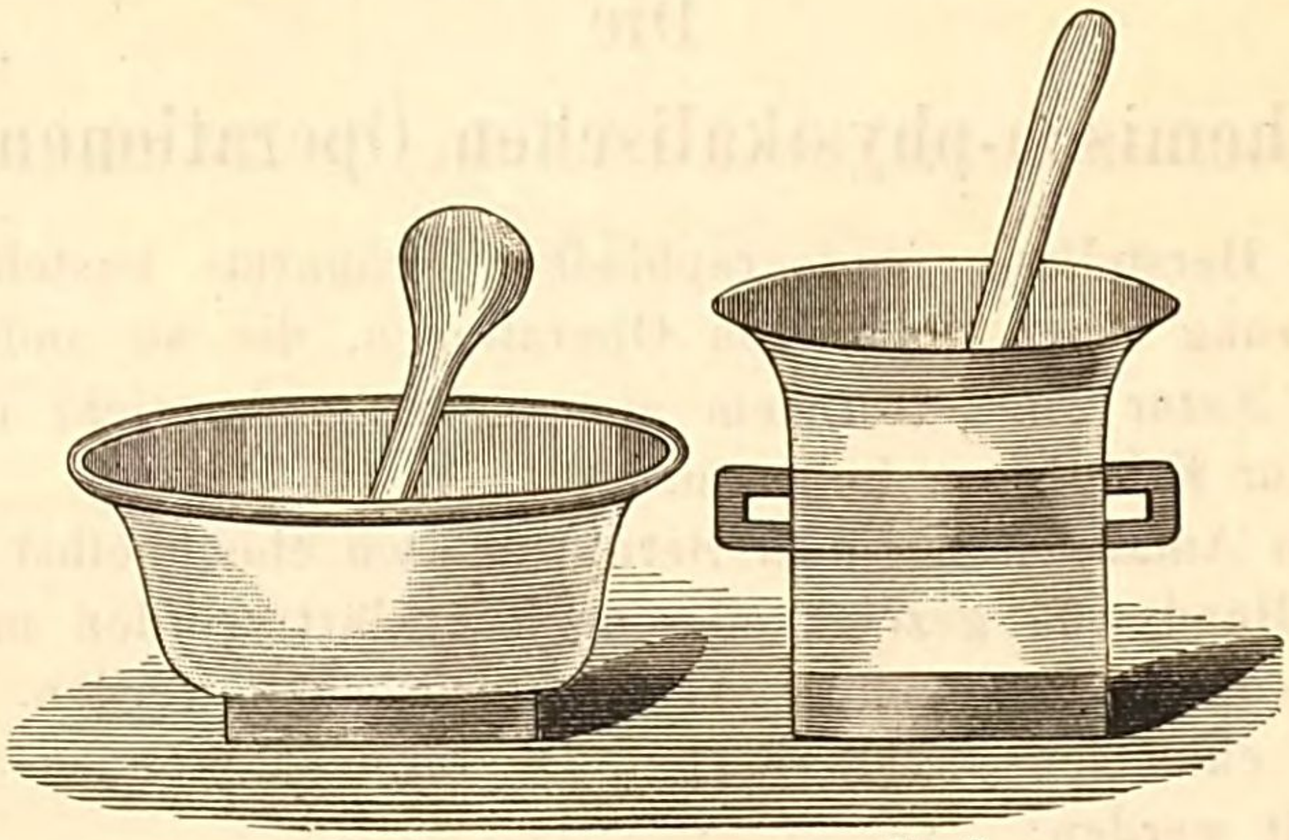


Fig. 1. Fig. 2.

Von Zeit zu Zeit schüttet man das im Mörser enthaltene Pulver auf ein Messing- oder Haarsieb, bewegt dasselbe hin und her, um das grobe Pulver von den grösseren Theilen zu trennen, die sodann abermals in dem Mörser zerkleinert werden.

Man kann sich auch derart helfen, dass man eine Partie des harten Körpers in ein starkes Tuch einschlägt und dann mittelst Hammer zerstampft.

b) Pulverisiren.

Zum Pulverisiren verwendet man die Reibschalen Fig. 3 u. 4.

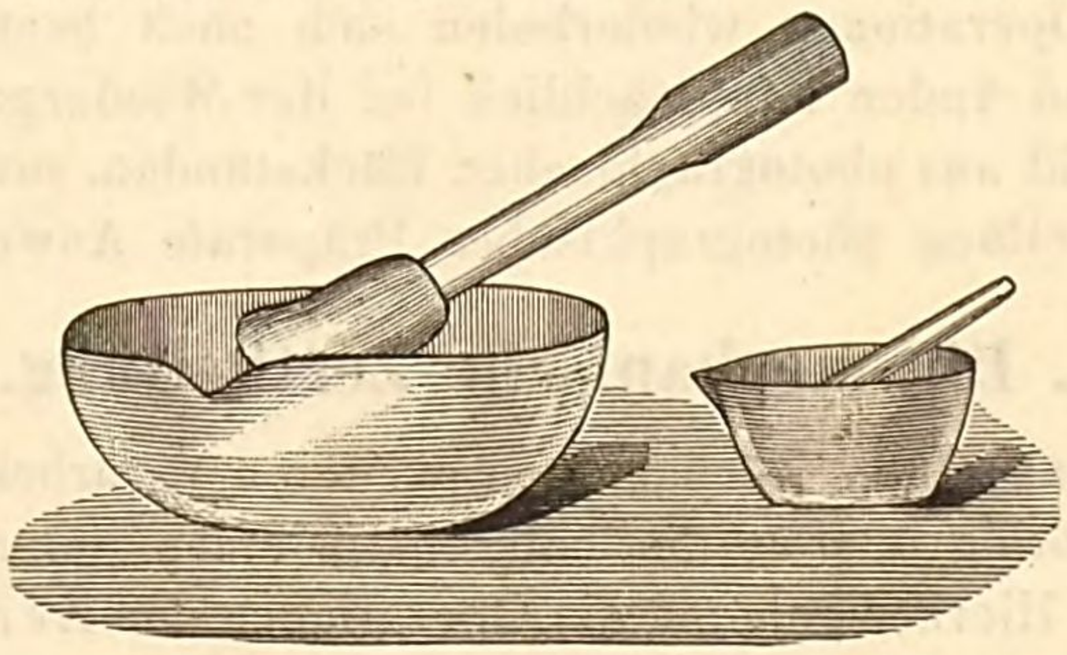


Fig. 3. Fig. 4.

Dieselben sind aus Glas, Porzellan oder Achat. Sie besitzen eine flache Höhlung; aussen sind sie glasirt, innen sind die ersteren matt.

Zu jedem Mörser und zur Reibschale gehört ein Pistill.

Die Handhabung des Pistills geschieht derart, dass man selben in Spirallinien von aussen nach dem Centrum der Reibschale bewegt und dann wieder zurück; dabei wird sich am Rande mehr Material ansammeln; selbes führt man mittelst des Pistills in die Mitte zurück. Man vermeide, zu grosse Partien auf einmal in Arbeit zu nehmen. Zum Abschaben des Pistills verwendet man Horn- oder Eisenspatel etc. Fig. 5, welche man am Rande der Reibschale abstreift. Die Reibschale wird schliesslich mit einem

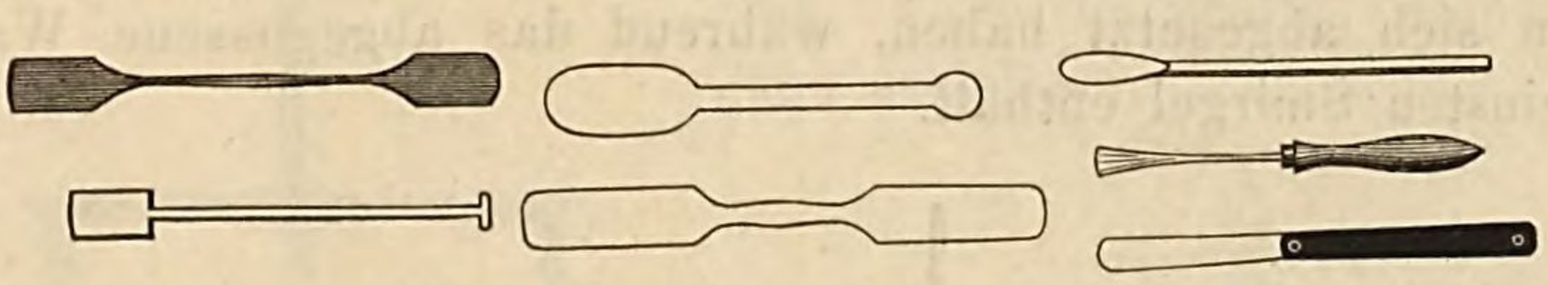


Fig 5

Hornblatt Fig. 6 ausgeschabt.

Fig. 6.

c) Sieben und Schlämmen.

Kommt das Pulver als solches in Verwendung, wie bei den Staubverfahren, so muss es mittelst feiner Siebe sortirt werden. In manchen Fällen kommen Schlämmapparate zur Verwendung, z. B. zur Herstellung von geschlämmtem Graphit etc.

Fig. 7 stellt den Schlämmapparat nach Nöbel vor. Er besteht aus vier gläsernen Schlämmtrichtern.[1])

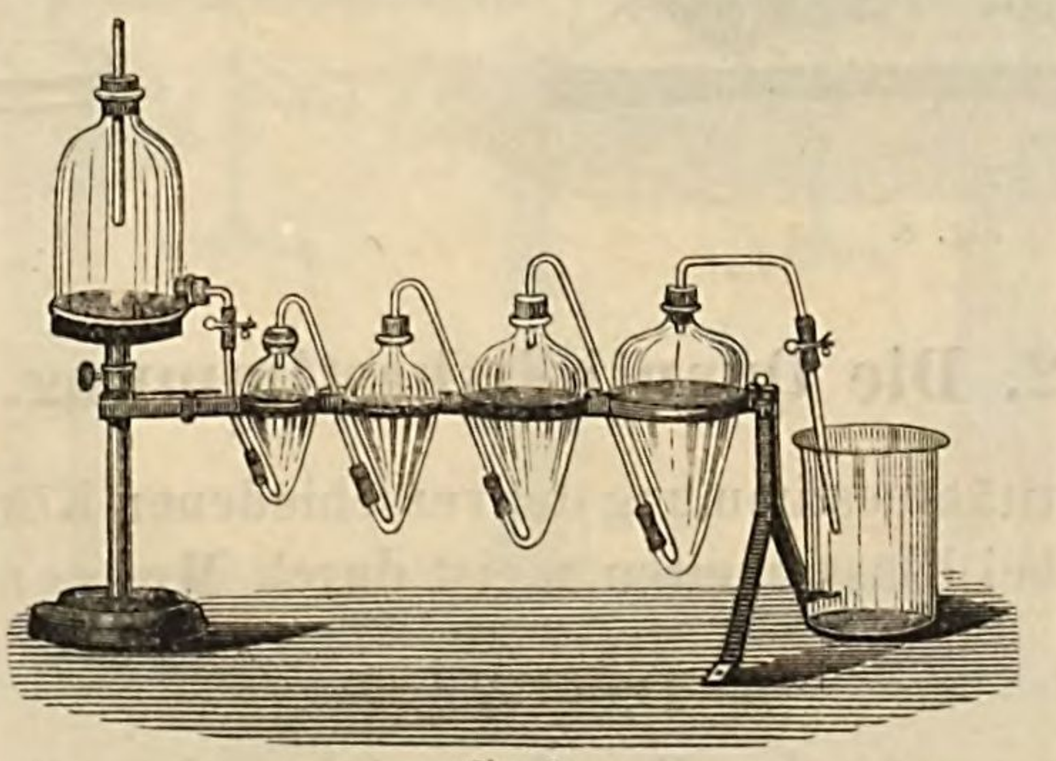


Fig. 7.

1) Ein Satz von vier Schlämmtrichtern kostet ohne Zubehör circa 10 fl.

Das feinst pulverisirte Material wird mit Wasser aufgerührt in das obere Gefäss gegossen. Die weniger feinen Bestandtheile sondern sich im ersten Trichter ab, während sich in jedem weiteren Gefässe stets feineres Pulver ansammelt. Fig. 8 zeigt einen Schlämmapparat nach Schulz und Fig. 9 einen solchen nach Knop.

Smirgel schlämmt man auch derart, dass man das Pulver im Gefässe aufrührt und nach einem bestimmten Zeitintervall und ruhigem Stehenlassen abgiesst; die weniger feinen Bestandtheile werden sich abgesetzt haben, während das abgegossene Wasser den feinsten Smirgel enthält.

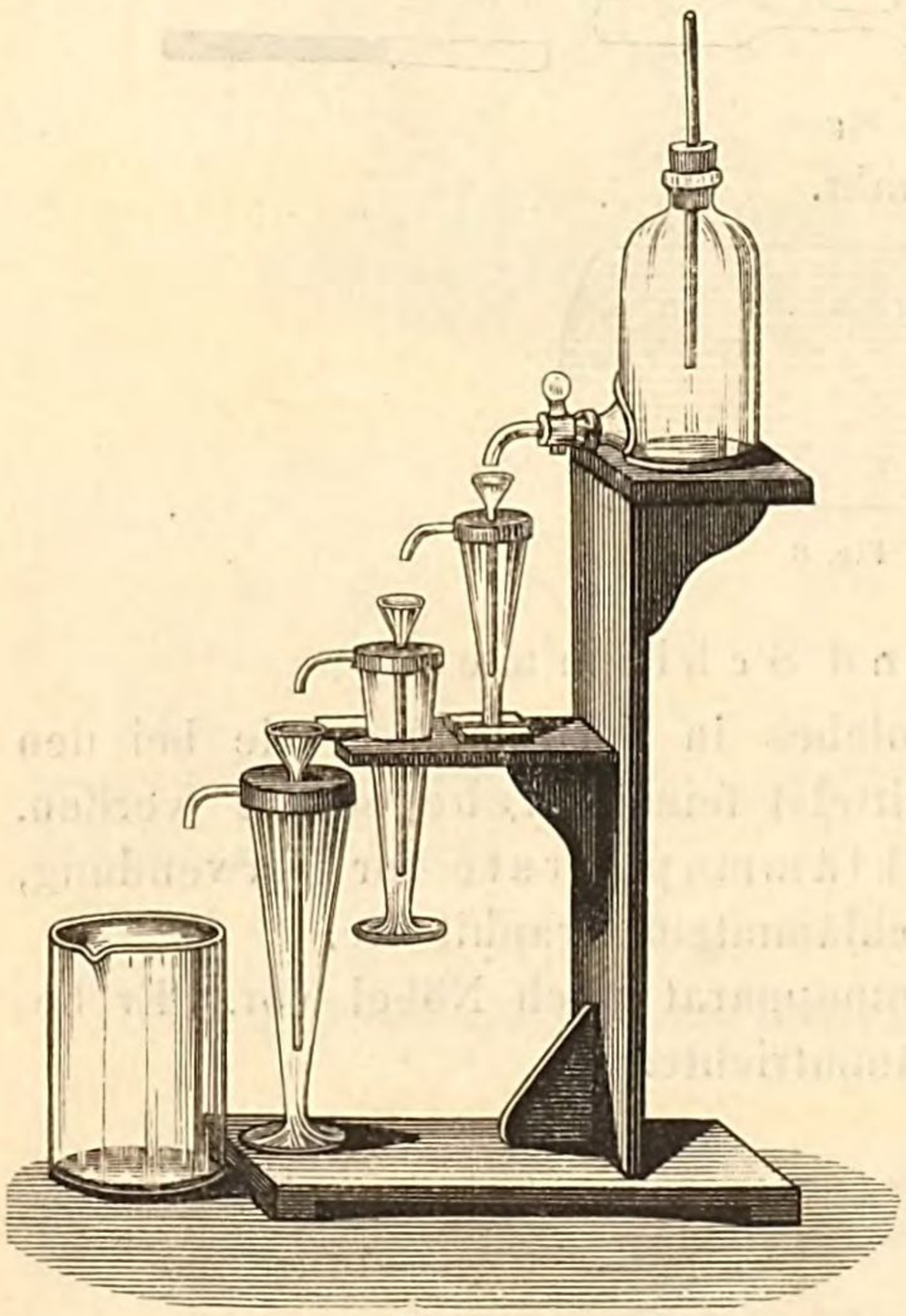


Fig. 8.

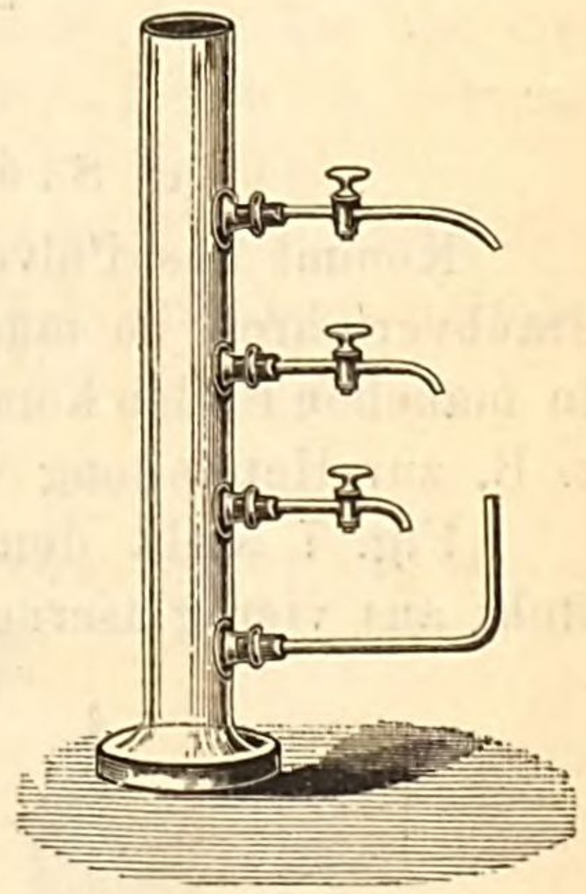


Fig. 9.

2. Die Quantitätsbestimmung.

Die Quantitätsbestimmung der verschiedenen Körper wird durch Wägen oder bei Flüssigkeiten meist durch Messen durchgeführt.

a) Das Wägen.

Für photographische Zwecke reichen im allgemeinen zwei Waagen vollständig aus und bediene ich mich für Wägungen kleinerer Mengen, welche bis zehntel Gramme genau durchgeführt

werden sollen, der gewöhnlichen Handwaage Fig. 10 mit Messingbalken und Hornschalen. [1])

Zum Abwägen grösserer Quantitäten ist die Tafelwaage, Fig. 11, welche ein rasches und bequemes Abwägen gestattet, sehr geeignet.

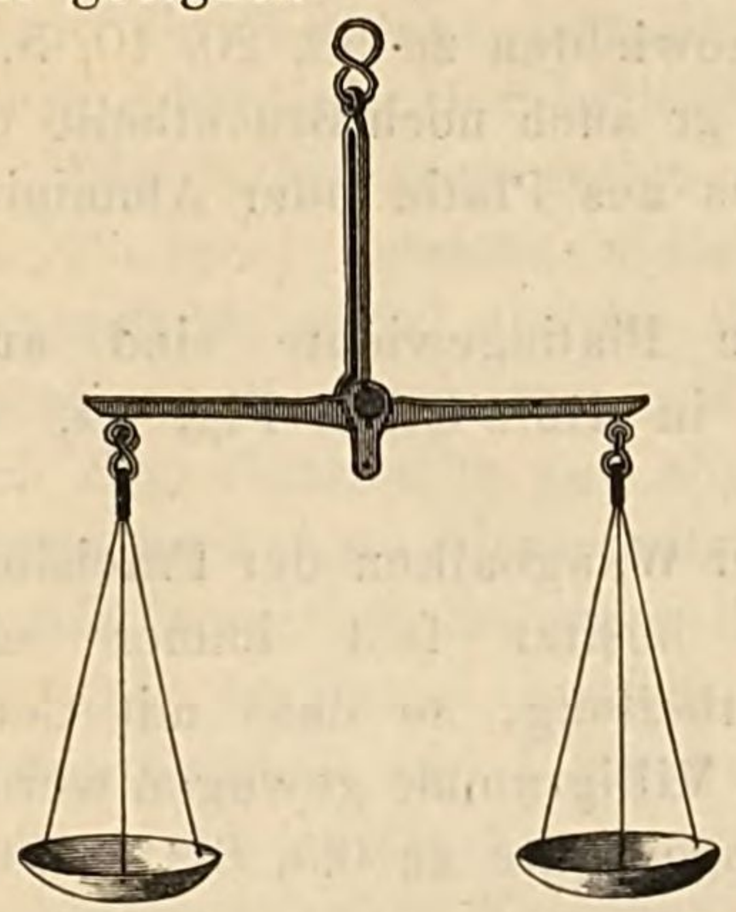


Fig. 10.

Die Anforderungen, welche man an jede gute Waage stellt, sind die, dass sie richtig, empfindlich und stabil sei.

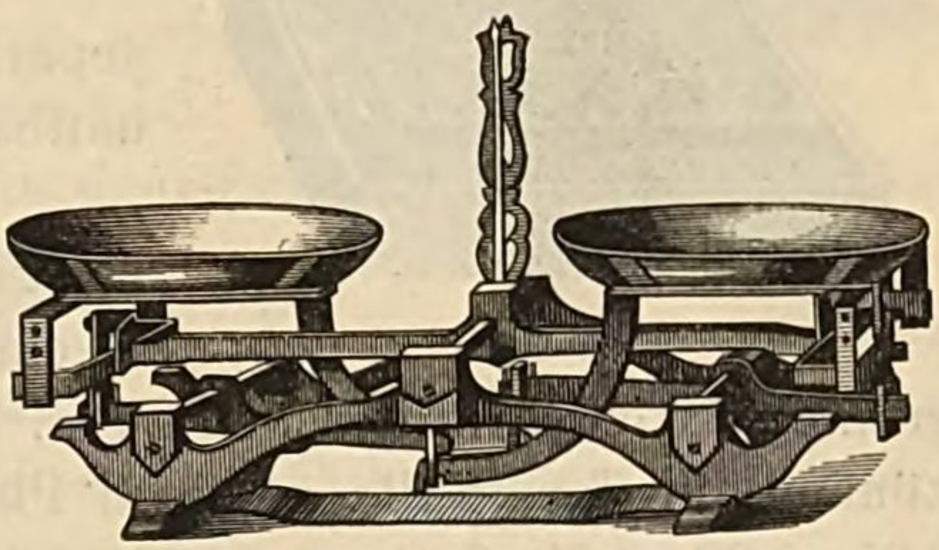


Fig. 11.

Die Waage ist richtig, wenn sie mit und ohne Waagschalen und mit gleichen Gewichten belastet im Gleichgewichte bleibt; sie ist empfindlich, wenn schon ein kleines Uebergewicht einen Ausschlag der Zunge ergiebt; sie ist stabil, wenn der Waagbalken von selbst in seine Gleichgewichtslage zurückkehrt, sobald er aus dieser Lage gebracht wird.

Für genaue Abwägungen und für technisch-analytische Zwecke hat man Präcisionswaagen und dürfte eine in Figur 12 dar-

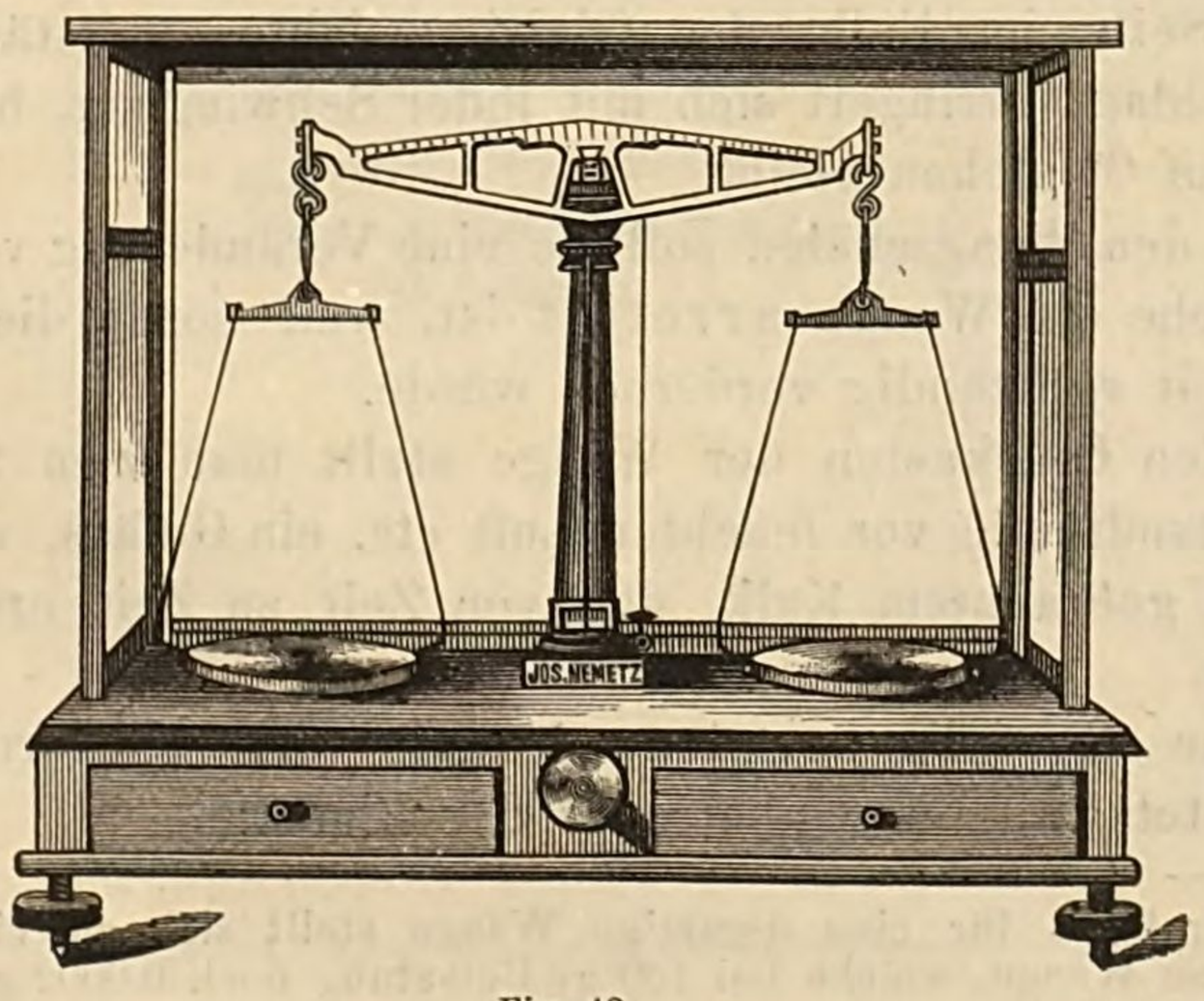


Fig. 12.

[1]) Eine feinere Handwaage mit Hornschalen kostet ca. 3—4 fl.

gestellte Waage, welche bei 100 gr Belastung noch 0,001 gr angiebt, für viele Zwecke genügen.[1])

Zu den analytischen Waagen gehören Präcisionsgewichte.

Zusammen 100 Gramm.

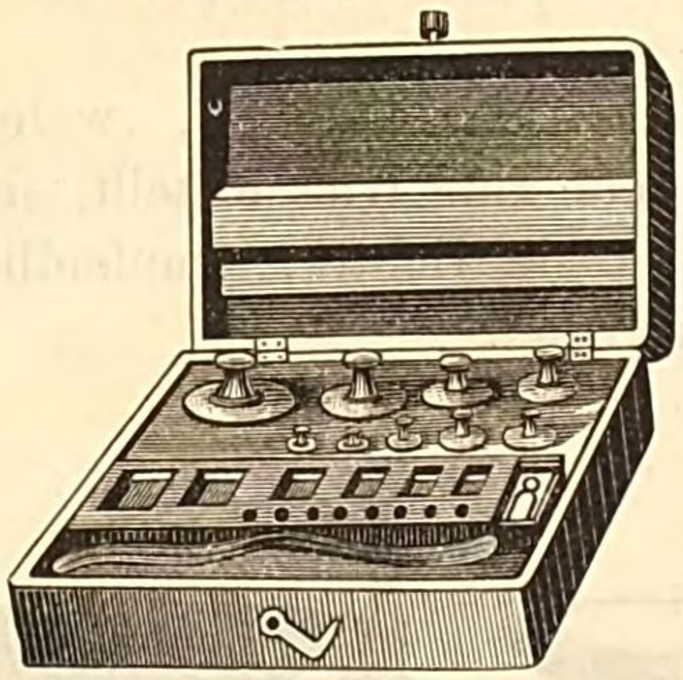


Fig. 13.

Fig. 13 stellt einen Gewichtseinsatz vor, welcher ausser den Grammgewichten zu 50, 20, 10, 5, 3, 2 und 1 gr auch noch Bruchtheile des Grammes aus Platin oder Aluminium enthält.

Die Platingewichte sind auch separat in Holz-Etuis, Fig. 14, erhaltbar.

Der Waagbalken der Präcisionswaagen besitzt fast immer eine Decimaltheilung, so dass mit Centigrammhäckchen (Reiterchen), Fig. 15, Milligramme gewogen werden können; in dem Falle genügen Platingewichte zu 0.5, 0.2, 0.1, 0.1, 0.05, 0.02, 0.01, 0.01 gr.

Zusammen 1 Gramm.

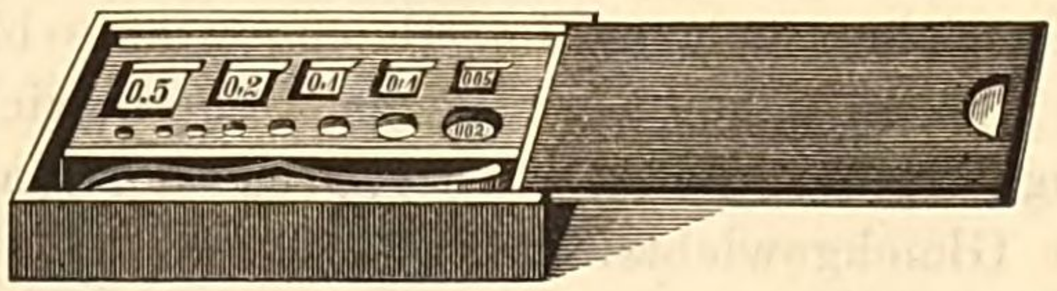


Fig. 14.

Fig. 15.

Bei den analytischen Waagen müssen die Schwingungen der Zunge gleichmässig sein, und ist der Ausschlag nach einer und der anderen Seite im Falle des Gleichgewichtes vollständig gleich; der Ausschlag verringert sich mit jeder Schwingung, bis die Zunge endlich auf 0^0 stehen bleibt.

Auf den Waagschalen soll nie eine Veränderung vorgenommen werden, ehe die Waage arretirt ist, weil sonst die Waage in kurzer Zeit vollständig verderben würde.

In den Glaskasten der Waage stellt man zum Schutze der Metallbestandtheile vor feuchter Luft etc. ein Gefäss, welches zum Theil mit gebranntem Kalk, der von Zeit zu Zeit erneuert wird, gefüllt ist.

Feine Gewichte werden nie mit den Fingern angefasst, sondern stets mit der Gabel oder der Pincette.

---

[1]) Der Preis für eine derartige Waage stellt sich auf circa 30—50 fl., während eine Waage, welche bei 100 gr Belastung noch 0,0002 gr angiebt, bereits circa 120 fl. kostet.

Die Substanz wird nie direct auf die Waage gelegt. Bei analytischen Waagen bedient man sich der Uhrgläser oder anderer Gefässe aus Glas oder Porzellan etc., nie aber eines Papieres, da dieses Feuchtigkeit anzieht. Bei den Handwaagen und Tafelwaagen kann man reines Papier auflegen und austariren, und darauf die Substanz bringen; sehr bequem sind eigene für den Zweck erhältliche Hornschiffchen, verschiedener Grössen, Figur 16.

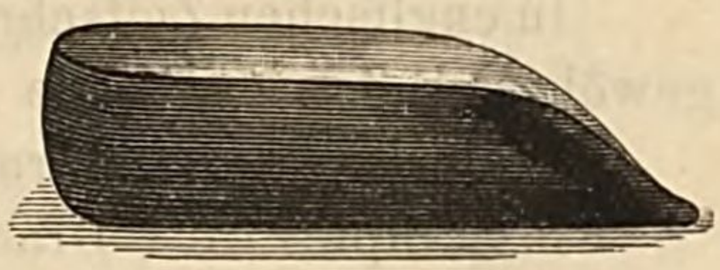


Fig 16.

Die Substanzen sollen nicht mit den Fingern, sondern mittelst Horn-, eventuell Holzlöffel auf die Waage gebracht werden; letztere sind vor und nach dem Gebrauche gut abzuwischen, ausgenommen, sie bleiben stets in dem grossen Vorrathsgefäss bei ein und derselben Substanz liegen.

Das metrische Gewicht geht von 1 Kilogramm (kg) aus; dies ist das Gewicht von 1 Liter destillirtem Wasser bei + 4° Celsius. In Figur 17 ist die Vorderansicht des Kubikdecimeters oder Liters in perspectivischer Zeichnung angegeben.

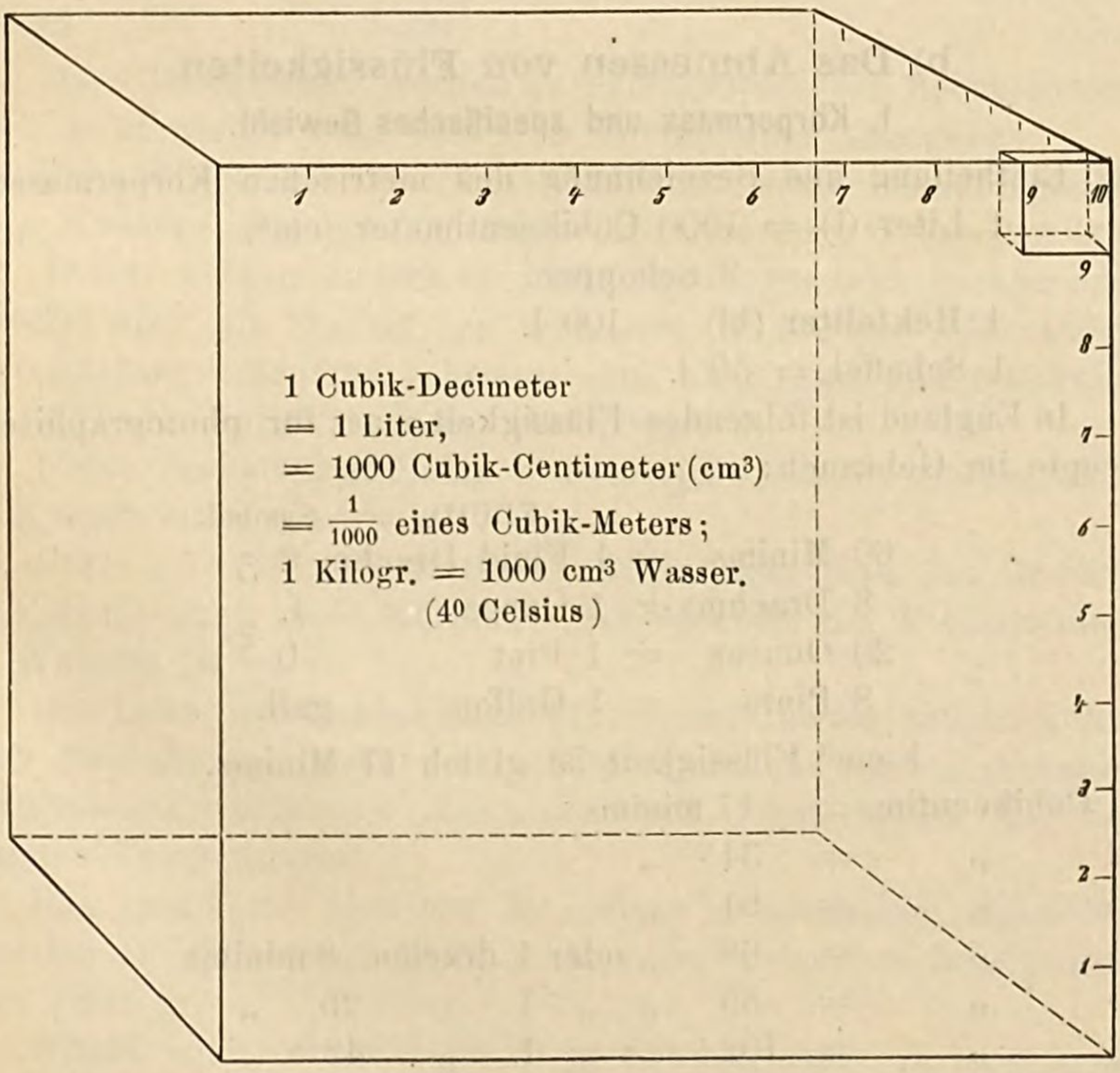


Fig. 17.

1 Kilogramm (kg) = 10 Hektogramm
= 100 Dekagramm (dkg)
= 1000 Gramm (gr)
1 Gramm (gr) = 10 Decigramm (dg)
= 100 Centigramm (cg)
= 1000 Milligramm (mg).
1 Tonne (t) = 1000 kg.

In englischen Zeitschriften findet bei photographischen Recepten gewöhnlich das englische Apothekergewicht Anwendung:

20 Grains	=	1 Scruple	=	20 Grains	=	1·296	gr.
3 Scruples	=	1 Drachm	=	60 „	=	3·888	„
8 Drachms	=	1 Ounce	=	480 „	=	31·103	„
12 Ounces	=	1 Pound	=	5760 „	=	373·2	„

Grains verwandelt man in Gramm durch Multiplication mit 0·065
Gramme „ „ „ Grains „ „ „ „ 15·5
Drachmen „ „ „ Gramme „ „ „ „ 3·9
Unzen „ „ „ Gramme „ „ „ „ 28·4
Pfunde „ „ „ Gramme „ „ „ „ 453·6

b) Das Abmessen von Flüssigkeiten.

1. Körpermass und specifisches Gewicht.

Eintheilung und Bezeichnung des metrischen Körpermasses:

1 Liter (l) = 1000 Cubikcentimeter (cm^3)
= 2 Schoppen.
1 Hektoliter (hl) = 100 l.
1 Scheffel = 50 l.

In England ist folgendes Flüssigkeitsmass für photographische Recepte im Gebrauch:

			FLUID.	Symbol.
60 Minims	=	1	Fluid Drachm	f. ʒ
8 Drachms	=	1	Ounce	f.
20 Ounces	=	1	Pint	0 ℥
8 Pints	=	1	Gallon	gall.

1 cm^3 Flüssigkeit ist gleich 17 Minims.

1 Cubikcentim.	=	17	minims					
2 „	=	34	„					
3 „	=	51	„					
4 „	=	68	„	oder	1	drachm	8	minims
5 „	=	85	„	„	1	„	25	„
6 „	=	102	„	„	1	„	42	„
7 „	=	119	„	„	1	„	59	„

8	Cubikcentim.	=	136	minims	oder	2	drachms	16	minims		
9	,,	=	153	,,	,,	2	,,	33	,,		
10	,,	=	170	,,	,,	2	,,	50	,,		
20	,,	=	340	,,	,,	5	,,	40	,,		
30	,,	=	510	,,	,,	1	ounce	0	drachm	30	minims
40	,,	=	680	,,	,,	1	,,	3	drachms	20	,,
50	,,	=	850	,,	,,	1	,,	6	,,	10	,,
60	,,	=	1020	,,	,,	2	ounces	1	,,	0	,,
70	,,	=	1190	,,	,,	2	,,	3	,,	50	,,
80	,,	=	1360	,,	,,	2	,,	6	,,	40	,,
90	,,	=	1530	,,	,,	3	,,	1	,,	30	,,
100	,,	=	1700	,,	,,	3	,,	4	,,	20	,,

1 Liter: 1000 cm^3 = 35 Fluid Unzen oder $2^1/_8$ Pints.

Cubikcm.	verwandelt	man	in	Grains	durch	Multiplication	mit 15·5
,,	,,	,,	,,	Drachmen	,,	,,	,, 0·26
,,	,,	,,	,,	Unzen	durch	,,	,, 0·036
Pints	verwandelt	man	in	Cubikcentimeter	durch	,,	,, 473·0
Liter	,,	,,	,,	Unzen	,,	,,	,, 35·3
Gallons	,,	,,	,,	Liter	,,	,,	,, 3·8

Die Flüssigkeiten werden in photographischen Recepten entweder in Gewichts- oder besser in Volumtheilen angegeben.

Beim Wasser sind Gewichts- und Volumtheile einander gleich; 150 gr Wasser sind gleich 150 Cubikcentimeter (cm^3) Wasser bei 4° C.

Anders verhält es sich bei Flüssigkeiten, welche leichter oder schwerer sind als Wasser; so werden z. B. 100 cm^3 concentrirte Schwefelsäure bedeutend schwerer sein, als 100 gr; anderseits sind z. B. 100 cm^3 Aether leichter, als 100 gr.

Diese Verhältnisse finden in dem specifischen Gewichte der Körper ihren Ausdruck.

Unter specifischem Gewicht versteht man das Gewicht der Volumseinheit eines Körpers; das Gewicht der Volumseinheit des Wassers ist = 1.

Die Lehr- und Nachschlagebücher über Chemie enthalten Angaben über die specifischen Gewichte reiner und nach bestimmten Verhältnissen verdünnter Lösungen und Flüssigkeiten bei bestimmten Temperaturen.

Das specifische Gewicht der reinen concentrirten Schwefelsäure bei 12° C. beträgt 1·842, d. h. 1 cm^3 solcher Schwefelsäure wiegt 1·842 gr.

Würde somit ein Recept 20 gr Schwefelsäure verlangen, so dürften nicht 20 cm^3 derselben genommen werden, denn diese würden

nicht 20 gr, sondern 20 × 1·842, also 36·84 gr, somit um nahe das Doppelte zu viel wiegen.

Es frägt sich nun, wie viele Cubikcentimeter Schwefelsäure entsprechen 20 gr. Eine einfache Proportionsrechnung gibt das gewünschte Resultat.

1 cm^3 Schwefelsäure wiegt 1 · 842 gr
x „ „ wiegen 20 gr

$$x : 1 = 20 : 1 \cdot 842$$

$$x = \frac{20}{1 \cdot 842} = 10 \cdot 8 \text{ cm}^3$$

10 · 8 cm^3 Schwefelsäure vom specifischen Gewicht 1 . 842 wiegen 20 gr.

Ein anderes Beispiel:

Das specifische Gewicht des Aethers beträgt bei 0° C. 0 · 736 und bei 20° C. 0 · 713; d. h. 1 cm^3 Aether wiegt bei 0° C. 0 · 736 gr. und bei 20° C. 0 · 713 gr.

Wie viel Cubikcentimeter Aether von 20° C. (Zimmertemperatur) sind zu nehmen, wenn selbe 100 gr entsprechen sollen?

1 cm^3 Aether wiegt 0 · 713 gr,
x „ „ wiegen 100 gr,

$$x : 1 = 100 : 0 \cdot 713,$$

$$x = \frac{100}{0 \cdot 713} = 140 \cdot 2 \text{ cm}^3.$$

Um 100 gr Aether zu erhalten, wären 140 · 2 cm^3 desselben abzumessen.

Regel: Man erfährt die Anzahl Cubikcentimeter für eine verlangte Anzahl von Grammen einer Flüssigkeit, wenn man die Anzahl Gramme durch das specifische Gewicht derselben dividirt.

Man wird es im Allgemeinen vorziehen, Flüssigkeiten auf Grund ihrer specifischen Gewichte abzumessen, statt abzuwiegen.

Dicke, ölige Flüssigkeiten, wie Glycerin, Ricinusöl etc. pflegt man abzuwiegen, indem man ein Uhrglas oder ein Becherglas auf der Wage tarirt, die verlangten Gewichte auflegt und sodann mit Hilfe eines Glasstabes die zu wägende ölige Flüssigkeit mit den Gewichten in das Gleichgewicht bringt.

2. Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

In vielen Fällen muss das specifische Gewicht einer Flüssigkeit erst bestimmt werden.

Dies geschieht entweder durch Abwiegen eines bestimmten Volumens Flüssigkeit oder mit Hilfe des Aräometers; gleichzeitig muss die Temperatur beobachtet werden, bei welcher die Bestimmung vorgenommen wurde.

A. Bestimmung des specifischen Gewichtes durch Abwiegen der Flüssigkeiten.

Man füllt einen graduirten Kolben von 100 cm^3, dessen Gewicht bestimmt oder tarirt wurde, mit der Flüssigkeit bis zur Marke und wiegt. Das erhaltene Gewicht gibt nach Abzug des Kolbengewichtes das Gewicht der Flüssigkeit.

Dividirt man dieses durch 100, so erhält man das specifische Gewicht.

Beispiel: 100 cm^3 Ammoniak ergeben ein Gewicht von $91^1/_2$ gr; das spec. Gewicht des Ammoniaks wäre demnach

$$\frac{91 \cdot 5}{100} = 0 \cdot 915.$$

Hat man keinen graduirten Kolben zur Verfügung, so bezeichnet man eine Stelle irgend eines kleineren Kolbens am Halse durch einen Papierstreifen, füllt hierauf mit der Flüssigkeit vom unbekannten specifischen Gewicht und wiegt; nun wird der Kolben mit Wasser ausgewaschen und dann ebenfalls bis zur Marke damit gefüllt und gewogen. Das Gewicht der Flüssigkeit dividirt durch das Gewicht des gleichen Volumen Wassers gibt das specifische Gewicht.

Hat man nur kleine Mengen Flüssigkeit zur Verfügung, so bedient man sich des Pyknometers (Dichtigkeitsmesser, Stöpselglas), Fig. 18, welches durch einen eingeriebenen Stöpsel von Glas verschlossen wird.

Fig. 19 zeigt ein Pyknometer, dessen weiterer Hals durch ein Thermometer abgeschlossen ist, während im engeren Halse eine Marke den Rand des Flüssigkeits-Niveaus angibt.

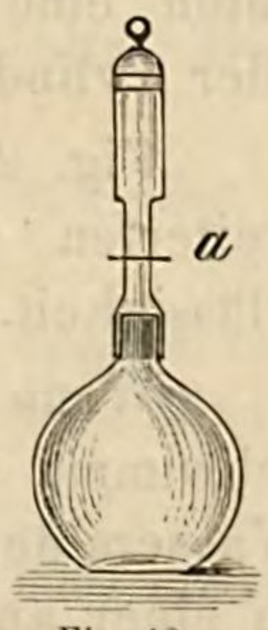


Fig. 18.

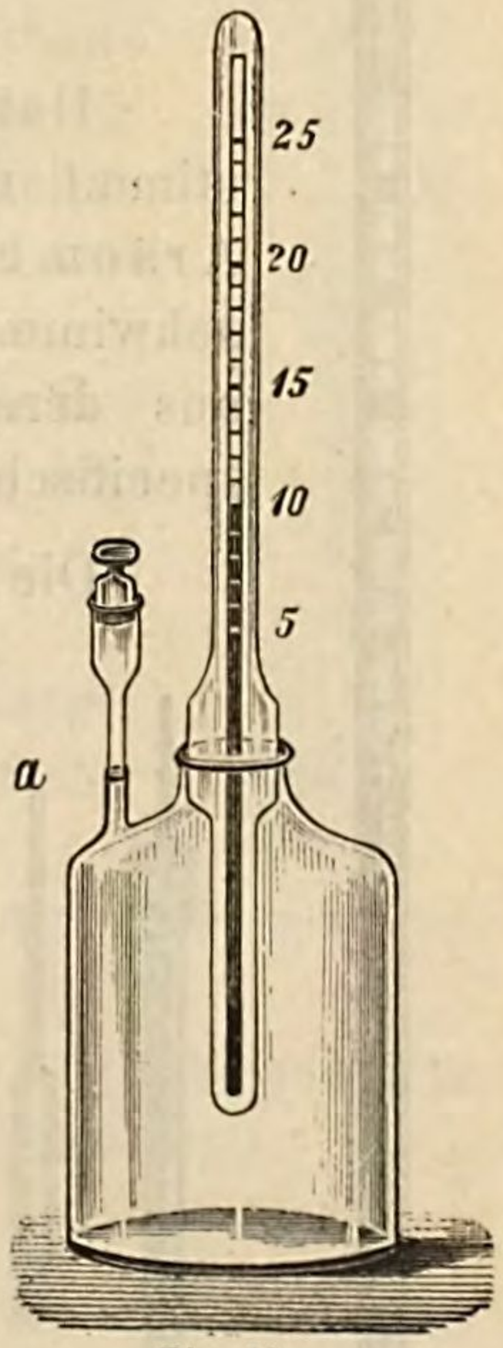


Fig. 19.

Man hat das Pyknometer leer, dann mit der Flüssigkeit bis zur Marke a, und nach vollkommenem Ausspülen mit Wasser, mit letzterem gefüllt bis a zu wägen. Die Gewichtsermittlung soll bei

gleichen Temperaturen vorgenommen werden, dies wird erreicht, indem man das Pyknometer in ein grösseres Gefäss mit Wasser stellt, bis die Flüssigkeit in beiden Wägungen die Temperatur desselben angenommen hat. Man findet das spec. Gewicht, indem man das Gewicht der zu untersuchenden Flüssigkeit durch das Gewicht des Wassers dividirt.

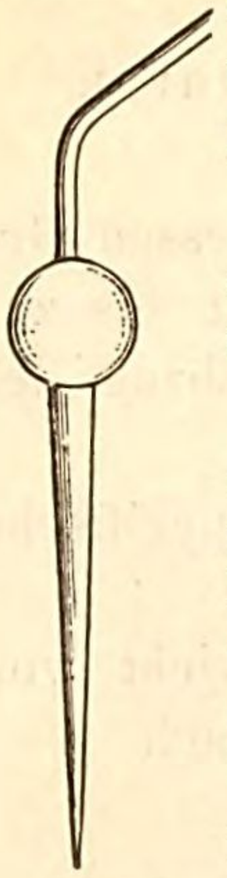


Fig. 20.

Das Einfüllen geschieht mittelst eines in eine feine Röhre ausgezogenen Trichters und das Entleeren mittelst einer in eine feine Röhre ausgezogenen Pipette, Fig. 20.

Das richtige Niveau wird erreicht, indem man den Ueberschuss an Flüssigkeit mittelst Filtrirpapiers entfernt, auch trocknet man den oberen Theil der Röhre mit Fliesspapier vollständig aus. Die gewünschte Temperatur wird erhalten, wenn man das Pyknometer bis zur Marke a in Wasser von der betreffenden Temperatur eintauchen lässt, wobei gleichzeitig das Niveau regulirt wird.

Das vollständige Austrocknen des Pyknometers geschieht im Luftbade.

B. Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst Aräometer.

Hat man eine genügende Menge Flüssigkeit, so bestimmt man deren specifisches Gewicht mit Hilfe der Aräometer oder Senkwaagen. Es sind dies schwimmende Körper von unveränderlichem Gewichte, aus deren mehr oder weniger tieferem Einsinken das specifische Gewicht der Flüssigkeit erkannt wird.

Die Aräometer, Fig. 21a und Fig. b, haben mehr oder weniger die Form von Röhren, welche unten eine mit Quecksilber gefüllte kuglige oder cylindrische Erweiterung zeigen;

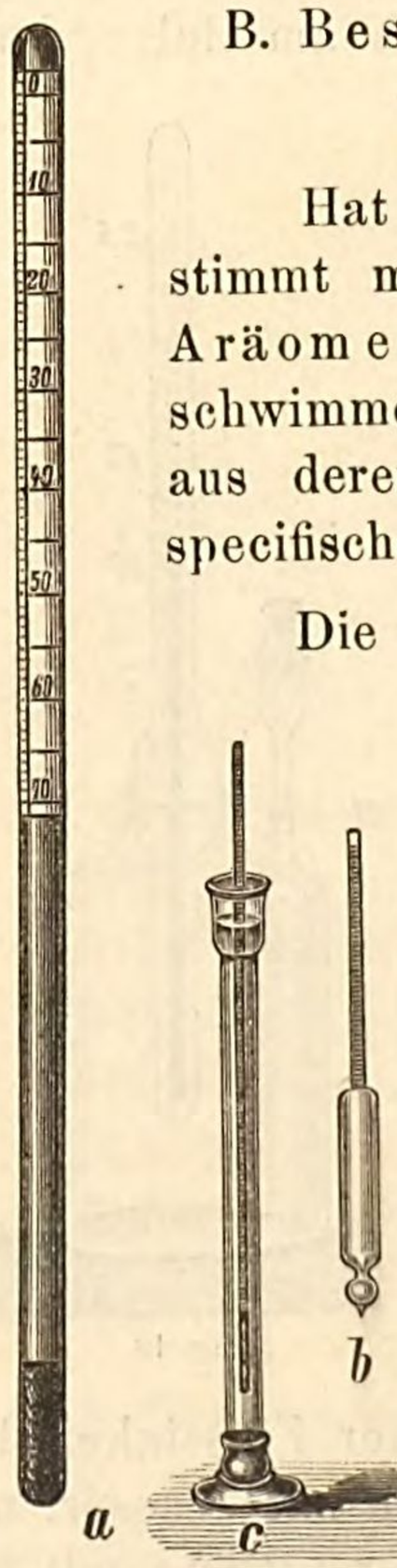


Fig. 21.

Fig. 21c zeigt gleichzeitig den oben erweiterten Glascylinder zum Einfüllen der Flüssigkeit.

Wenn das Instrument im Wasser schwimmt, so ist das Gewicht des verdrängten Wassers dem Gewichte des Aräometers gleich. In einer anderen Flüssigkeit als Wasser wird es tiefer oder weniger tief einsinken, je nachdem selbe leichter oder schwerer ist, als Wasser.

Gay-Lussac bezeichnet den Wasserpunkt mit 100.[1]) Fig. 22; die weitere Scalaeintheilung ist aus der Figur ersichtlich.

Man findet das specifische Gewicht s der Flüssigkeit, wenn man die Zahl des abzulesenden Scalentheiles in 100 dividirt.

Beispiel: Das Aräometer Fig. 22 sinkt in einer Flüssigkeit bis zum Theilstriche 80 der Volumeterscala; es ist dann

$$s = \frac{100}{80} = 1 \cdot 25.$$

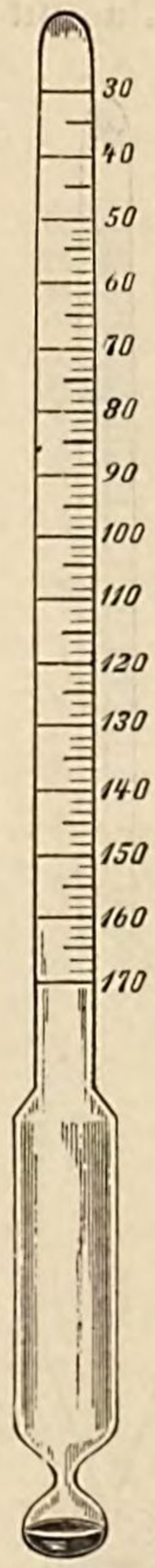


Fig 22.

Damit das Instrument nicht zu lange wird, erzeugt man Volumeter, welche nicht für alle Flüssigkeiten verwendbar sind, sondern nur für Flüssigkeiten, welche entweder leichter oder schwerer als Wasser sind.

Die Scalaeintheilung kann auch so getroffen werden, dass man das spec. Gewicht der Flüssigkeit sofort ablesen kann (Aräometer mit rationeller Scala) oder es kann die Scalaeintheilung auch willkürlich entworfen werden (Aräometer mit empirischer Scala) nach Cartier, Beck, Beaumé; endlich giebt es noch Aräometer, welche direct den Procentgehalt einer Flüssigkeit an irgend einem Bestandtheile anzeigen (Procentaräometer). Letztere können nur für bestimmte Flüssigkeiten und für bestimmte Temperaturen gelten (Laugenwaagen, Alkoholometer, Saccharometer etc.).

Von den Aräometern mit constantem Gewicht und variablem Volumen (Scalen-Aräometer)[2]) werden auf Grund obiger Scalen verschiedene Arten erzeugt.

Es seien hier genannt:

a) Aräometer mit specifischer Gewichtsscala (Densimetres Gay-Lussac) mit und ohne Thermometer in Spindel- oder Röhrenform,

b) Aräometer mit Beaumé-Scala für leichte und schwere Flüssigkeiten,

c) Aräometer mit Beaumé und spec. Gewichtsscala für schwere und leichte Flüssigkeiten mit und ohne Thermometer, und

---

[1]) Wäre das Volumen desjenigen Theiles vom Aräometer, welcher im Wasser untergetaucht ist, gleich 10 cm^3, so müsste das Volumen des Röhrenstückes, welches zwischen je zwei Theilstriche fällt, 0.1 cm^3 betragen.

[2]) Es giebt auch Aräometer oder Senkspindeln mit constantem Volumen und variablem Gewichte.

d) Aräometer für specielle Zwecke, z. B. für Silbernitratlösungen, für Aether, Benzin, Bier, Essig, Glycerin, Kochsalz, Mineralöle, Terpentinöl etc. etc.

Der Silbermesser oder Argentometer (Fig. 23) trägt eine Scala mit den Ziffern 3 bis 30.

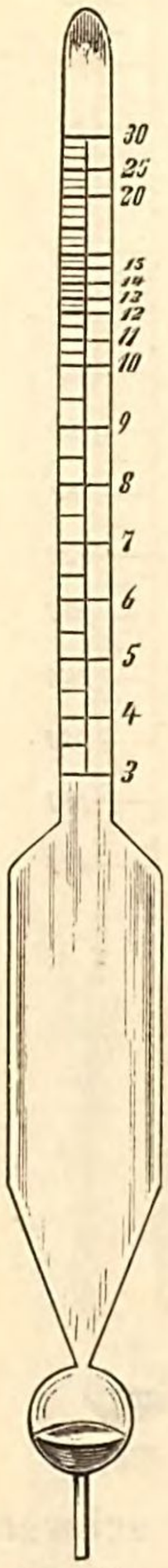


Fig. 23.

Die Zahlen geben an, in welchem Verhältnisse das Silbernitrat im Wasser aufgelöst ist.

Ein reines Silberbad, in welchem das Argentometer bis 10 einsinkt, enthält in je 100 cm³ Wasser 10 gr Silbersalz; es ist somit ein Silberbad 1 : 10 (normales Silberbad).

Sinkt der Silbermesser bis zur Zahl 15 ein, so enthalten 15 cm³ nur 1 gr Silbernitrat, statt $1^1/_2$ gr, wie es das Verhältniss 1 : 10 verlangen würde; es wären somit auf je 15 cm³ des Silberbades 0·5 gr Silbernitrat oder auf je 150 je 5 gr Silbernitrat zu setzen.

Diese Angaben sind richtig, wenn das Silberbad nur aus Wasser und Silbernitrat besteht. Ein oft gebrauchtes Silberbad enthält aber auch andere Stoffe, die es z. B. aus den Albuminpapieren[1]) oder dem Collodion aufgenommen hat und dazu beitragen, dem Silberbad ein höheres specifisches Gewicht zu ertheilen, so dass das Argentometer weniger tief einsinkt und somit concentriertere Lösungen angiebt, als wirklich vorhanden sind.

Wenn der Silbermesser auf 10 zeigt, so ist die reine Silbernitratlösung 10-procentig; hat sie aber beim Silbern der Albuminpapiere Natriumnitrat aufgenommen, so kann das Silberbad trotz der Argentometeranzeige 10, auch 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 Procent Silber enthalten, wenn der Salpetergehalt auf 1·5, 3.0, 4.5, 6·0, 7·5, 9·0, 10·4, 11·9, 13·4 Procent gestiegen ist.

Folgende Tabelle[2]) zeigt das specifische Gewicht und die entsprechenden Procentgehalte an Silber-, Kalium-, Natrium und Ammoniumnitrat, wenn diese Salze sich in reiner Lösung befinden.

---

[1]) $Ag\ NO_3 + Na\ Cl = Ag\ Cl + Na\ NO_3$.

[2]) Dr. E. A. Just, Rathgeber für den Positivprocess auf Albuminpapier, 1888.

Argento-meter	spec. Gewicht	Gehalt in Procenten aus Nitraten des			
		Silbers	Kaliums	Natriums	Ammoniums
	1·009	1·0	1·4	1·5	2·0
	1·018	2	2·9	3·0	4·0
	1·027	3	4·3	4·5	6·0
	1·036	4	5·8	6·0	8·0
20	1·046	5	7·2	7·5	10·0
18	1·051	5·55	8.0	8·3	12·7
16	1·058	6·25	9·0	9·4	14·5
15	1·062	6·67	9·0	10·0	15·5
14	1·067	7·14	10.3	10·7	16·5
13	1·073	7·70	11·1	11·6	18·2
12	1·078	8·33	12·0	12.6	19·5
11	1·085	9·10	12·9	13·8	21·0
10	1·093	10·00	14·0	15·0	24·0
9	1·103	11·10	15·4	17·0	27·0
8	1·116	12·50	17 2	19·5	31·0
7	1·133	14·30	19·8	23·0	37·0
6	1·155	16·67	22·7	26·2	44·0
5	1·186	20·00	27·0	31·0	54·0

Bei Gemengen der Lösungen des Silbernitrats mit den Nitraten der Alkalien addiren sich die specifischen Gewichte; z. B. würde ein Silberbad, welches neben 5 % Silbernitrat noch 10 % Natriumnitrat enthält, das spec. Gewicht (1·046 + 0·062) = 1·108 haben; das Argentometer würde die Zahl 9 angeben, während die Zahl 20 dem wirklichen Gehalte an Silbernitrat entsprechen würde.

Es ergibt sich somit, dass das Argentometer nur bei noch wenig benützten Silberbädern genügend genaue Angaben über den Silbergehalt für die photographische Praxis geben, während bei älteren Silberbädern nur mittelst der Titrir-Methode der wirkliche Silbergehalt gefunden wird.

Für Negativ-Silberbäder ist das Argentometer überhaupt nicht verwendbar.

Das Alkoholometer dient zur Bestimmung des Alkoholgehaltes, einer Mischung von Wasser und Alkohol. Chemisch reiner Alkohol hat das specifische Gewicht 0·794, die Gemische haben demnach ein specifisches Gewicht zwischen 1 und 0·794.

Folgende Tabelle gibt an, wie viele Masstheile Wasser man zu einem bestimmten Quantum Alkohol geben muss, um 100 Volumtheile Mischung zu erhalten und welches specifische Gewicht letztere besitzt.

Volumtheile Alkohol	Volumtheile Wasser	spec. Gewicht der Mischung
100	0·00	0·794
90	11·94	0·834
80	22·87	0·864
70	33·14	0·891
60	43·73	0·914
50	53.745	0 935
40	63·44	0·952
30	72·72	0·966
20	81·72	0·976
10	90·72	0·987
	100	1·000

Werden die specifischen Gewichte der Tabelle auf einem Aräometerrohre markirt und mit den Zahlen 100, 90 . . . . . 0 bezeichnet, und die Zwischenräume in zehn gleiche Theile getheilt, so hat man ein Alkoholometer oder Procent-Aräometer für Weingeist. In Frankreich werden dieselben nach Gay-Lussac's, in Deutschland nach Tralle's Angaben construirt. Die Scala nach Tralles bezieht sich auf eine Temperatur von 15° C., was stets zu beachten ist.

Aus den gefundenen Volumprocenten findet man die Gewichtsprocente, wenn man 0·794 durch das specifische Gewicht des betreffenden Weingeistes dividirt und den erhaltenen Quotienten mit dem Volumprocentgehalt dieses Weingeistes multiplicirt.

Es sind nun noch Aräometer, mit der Beaumé und der Beck'schen Scala zu erklären.

Beaumé ermittelte an dem für leichtere Flüssigkeiten bestimmten Aräometer ausser dem Wasserpunkte noch einen zweiten fixen Punkt dadurch, dass er das Instrument in eine Kochsalzlösung 1 : 9 tauchte.[1]) Den so erhaltenen Zwischenraum theilte er in zehn gleiche Theile (Grade). Die Theilung ist noch über den Wasserpunkt hinaus um 40° fortgesetzt. Der Wasserpunkt ist mit 10 bezeichnet. Für schwere Flüssigkeiten wurde der zweite feste Punkt durch Eintauchen in eine Lösung von 15 gr Kochsalz in 85 Theilen Wasser bestimmt,[2]) der Zwischenraum zwischen diesem und dem mit Null bezeichneten Wasserpunkt in 15 Grade getheilt und die Theilung nach unten fortgesetzt.[3])

---

1) Cartier hat die 16 Beaumé'schen Grade in 15 Grade getheilt.
2) spec. Gewicht = 1·084.
3) spec. Gewicht = 1·116.

Beck hat an seiner Aräometer-Eintheilung den Wasserpunkt zu seinem Nullpunkte gemacht und den nach oben gezählten 30. Grad dem specifischen Gewicht 0·84 entsprechend, angebracht.

Ueber den Gebrauch der Aräometer ist zu bemerken, dass man das reine trockene Instrument, allmählich in die Flüssigkeit einsinken lässt, ohne dass es in derselben viel auf- und abschwebt, weil dadurch die Richtigkeit der Angaben leidet und selbe etwas zu hoch ausfallen. Nach der Arbeit ist das Aräometer zu reinigen und im trockenen Zustande aufzubewahren.

Reductionstabellen der Aräometergrade.

Nach Baumé, Cartier und Beck auf das specifische Gewicht nach Gerlach.

(Nach Gerlach, Dingler's Journ. 198. 316.[1])

A. Flüssigkeiten, die leichter sind als Wasser (bei 12,5° C.).

Grade	Baumé	Cartier	Beck	Grade	Baumé	Cartier	Beck
0	—	—	1,0000	31	0,8742	0,8707	0,8457
1	—	—	0,9941	32	0,8690	0,8652	0,8415
2	—	—	0,0883	33	0,8639	0,8598	0,8374
3	—	—	0,9826	34	0,8588	0,8545	0,8333
4	—	—	0,9770	35	0,8538	0,8491	0,8292
5	—	—	0,9714	36	0,8488	0,8439	0,8252
6	—	—	0,9659	37	0,8439	0,8387	0,8212
7	—	—	0,9604	38	0,8391	0,8336	0,8173
8	—	—	0,9550	39	0,8343	0,8286	0,8133
9	—	—	0,9497	40	0,8295	—	0,8095
10	1,0000	—	0,9444	41	0,8249	—	0,8061
11	0,9932	—	0,9392	42	0,8202	—	0,8018
12	0,9865	—	0,9340	43	0,8156	—	0,7981
13	0,9799	—	0,9289	44	0,8111	—	0,7944
14	0,9733	0,9764	0,9239	45	0,8066	—	0,7907
15	0,9669	0,9695	0,9189	46	0,8022	—	0,7871
16	0,9605	0,9627	0,9139	47	0,7978	—	0,7834
17	0,9542	0,9560	0,9090	48	0,7935	—	0,7790
18	0,9480	0,9493	0,9042	49	0,7892	—	0,7763
19	0,9420	0,9427	0,8994	50	0,7849	—	0,7727
20	0,9359	0,9363	0.8947	51	0,7807	—	0,7692
21	0,9300	0,9299	0,8900	52	0.7766	—	0,7658
22	0,9241	0,9237	0,8854	53	0,7725	—	0,7623
23	0,9183	0,9175	0,8808	54	0,7684	—	0,7589
24	0,9125	0,9114	0,8762	55	0,7643	—	0,7556
25	0,9068	0,9054	0,8717	56	0,7604	—	0,7522
26	0,9012	0,8994	0,8673	57	0,7565	—	0,7489
27	0,8957	0,8935	0,8629	58	0,7526	—	0,7456
28	0,8902	0,8877	0,8585	59	0,7487	—	0,7423
29	0,8848	0,8820	0,8542	60	0,7449	—	0,7391
30	0,8795	0,8763	0,8500				

[1]) Entnommen aus Dr. Eders Jahrbuch für Photographie.

B. Für Flüssigkeiten, die schwerer sind als Wasser.

Grade	Baumé b. 17,5° C	Beck b. 12,5° C.	Grade	Baumé b. 17,5° C.	Beck b. 12,5° C.	Grade	Baumé b. 17,5° C.	Beck b. 12,5° C.
0	1,0000	1,0000	26	1,2153	1,1806	52	1,5487	1,4407
1	1,0068	1,0059	27	1,2254	1,1888	53	1,5652	1,4530
2	1,0138	1,0119	28	1,2357	1,1972	54	1,5820	1,4655
3	1,0208	1,0180	29	1,2462	1,2057	55	1,5993	1,4783
4	1,0280	1,0241	30	1,2569	1,2143	56	1,6169	1,4912
5	1,0353	1,0303	31	1,2677	1,2230	57	1,6349	1,5044
6	1,0426	1,0366	32	1,2788	1,2319	58	1,6533	1,5179
7	1,0501	1,0429	33	1,2901	1.2409	59	1,6721	1,5315
8	1,0576	1,0494	34	1,3015	1,2500	60	1,6914	1,5454
9	1,0653	1,0559	35	1,3131	1,2593	61	1,7111	1,5596
10	1,0731	1,0625	36	1,3250	1,2687	62	1,7313	1,5741
11	1,0810	1,0692	37	1.3370	1,2782	63	1,7520	1,5888
12	1,0890	1,0759	38	1,3494	1,2879	64	1,7731	1,6038
13	1,0972	1.0828	39	1,3619	1,2977	65	1,7948	1,6190
14	1,1054	1,0897	40	1,3746	1,3077	66	1,8171	1,6346
15	1,1138	1,0968	41	1,3876	1,3178	67	1,8398	1,6505
16	1,1224	1.1039	42	1,4009	1,3281	68	1,8632	1,6667
17	1,1310	1,1111	43	1,4143	1,3386	69	1,8871	1,6832
18	1,1398	1,1184	44	1,4281	1,3492	70	1,9117	1,7000
19	1,1487	1,1258	45	1,4421	1,3600	71	1,9370	1,7172
20	1,1578	1,1333	46	1,4564	1,3710	72	1,9629	1,7347
21	1,1670	1,1409	47	1,4710	1,3841	73	1,9895	1,7526
22	1,1763	1,1486	48	1,4860	1,3934	74	2,0167	1,7708
23	1,1858	1,1565	49	1,5012	1,4050	75	2,0449	1,7895
24	1,1955	1,1634	50	1,5167	1,4167	76	—	1,8085
25	1,2053	1,1725	51	1,5325	1,4286			

Uebrigens lässt sich mittels der nachstehenden Formeln aus jedem Grade der obengenannten Aräometer die demselben entsprechende Dichte ableiten. Ist s das zu berechnende specifische Gewicht und n die Gradzahl, welche umgerechnet werden soll, so ist (nach Gilpin) für Baumé'sche Aräometergrade bei specifisch schwereren Flüssigkeiten $s = \frac{144}{144-n}$, für specifisch leichtere $s = \frac{144}{134+n}$; für die Cartier'schen Grade gibt Francoeur die Formel $s = \frac{136 \cdot 8}{126 \cdot 1 + n}$; für die Beck'schen Grade gibt Bentley die Formel $s = \frac{1{,}000 \times 170}{170 \pm n}$

3. Die Temperaturbestimmung.

Bei genauer Bestimmung einer Flüssigkeitsmenge, wie bei Ermittlung des specifischen Gewichtes einer Flüssigkeit, muss die Temperatur derselben berücksichtigt werden.

Die Temperaturbestimmung giebt besonders auch bei der Fest-

stellung der Schmelz- und Siedepunkte vieler Körper Anhaltspunkte über deren Echtheit. Nicht selten ist der gute Erfolg bei der Darstellung phot. Präparate von den Wärmegraden abhängig, unter welchen der Process eingeleitet und durchgeführt wird, dies gilt z. B. ganz besonders bei der Herstellung der Gelatineemulsionen.

Man bedient sich gewöhnlich der Quecksilberthermometer. Sie müssen empfindlich und richtig sein. Bezüglich der Empfindlichkeit sind Thermometer mit eylindrischem Quecksilberbehälter den kugelförmigen vorzuziehen, weil sie rascher die Temperatur der Umgebung annehmen.

Bekanntlich wird der Zwischenraum zwischen Eis- und Siedepunkt (Fundamentalabstand der Thermometerskala) nach Celsius in 100, nach Réaumur in 80 Theile eingetheilt, in beiden Fällen wird der Eispunkt mit der Zahl 0 bezeichnet. Bei den Fahrenheit'schen Thermometern wird der Eispunkt mit der Zahl 32 und der Siedepunkt mit der Zahl 212 versehen, somit erscheint der Fundamentalabstand in 180 Grade eingetheilt.

Zur Umrechnung der Grade dienen folgende einfache Formeln:

t^0 Reaumur $= {}^5/_4\ t^0$ Celsius,
t^0 Reaumur $= {}^9/_4\ t^0 + 32^0$ Fahrenheit,
t^0 Celsius $= {}^4/_5\ t^0$ Reaumur,
t^0 Celsius, $= {}^9/_5\ t^0 + 32^0$ Fahrenheit,
t^0 Fahrenheit $= {}^5/_9\ (t^0 - 32)^0$ Celsius,
t^0 Fahrenheit $= {}^4/_9\ (t^0 - 32)^0$ Reaumur.

Man kann sich auch umstehender Tabelle zur Reduction der Grade der Thermometerscalen von Celsius, Réaumur und Fahrenheit bedienen.

Um die Temperatur einer Flüssigkeit zu bestimmen, wird das Thermometer vollständig in selbe eingetaucht; die Temperatur wird erst nach einigen Minuten abgelesen und zwar noch während das Quecksilber in der Flüssigkeit eingetaucht bleibt.

Die Thermometergrade entsprechen nicht immer den ablesbaren Zahlen. Es empfiehlt sich somit, da auch ursprünglich richtige Thermometer Veränderungen unterworfen sind,[1]) von Zeit zu Zeit den Nullpunkt und den Siedepunkt zu bestimmen und verschiedene Thermometer untereinander zu vergleichen.

---

[1]) Der Eispunkt rückt allmählich höher, besonders bei oftem, raschem und starkem Temperaturwechsel und können dadurch fehlerhafte Angaben bis zu einem Grade und darüber entstehen.

Tafel zur Reduction der Grade der Thermometerscalen von Celsius, Réaumur und Fahrenheit.

C.	R.	F.	C.	R.	F.	C.	R.	F.	C.	R.	F.
100	80,0	212,0	67	53,6	152,6	34	27,2	93,2	1	0,8	33,8
99	79,2	210,2	66	52,8	150,8	33	26,4	91,4	0	0,0	32,0
98	78,4	208,4	65	52,0	149,0	32	25,6	89,6	— 1	— 0,8	30,2
97	77,6	206,6	64	51,2	147,2	31	24,8	87,8	— 2	— 1,6	28,4
96	76,8	204,8	63	50,4	145,4	30	24,0	86,0	— 3	— 2,4	26,6
95	76,0	203,0	62	49,6	143,6	29	23,2	84,2	— 4	— 3,2	24,8
94	75,2	201,2	61	48,8	141,8	28	22,4	82,4	— 5	— 4,0	23,0
93	74,4	199,4	60	48,0	140,0	27	21,6	80,6	— 6	— 4,8	21,2
92	73,6	197,6	59	47,2	138,2	26	20,8	78,8	— 7	— 5,6	19,4
91	72,8	195,8	58	46,4	136,4	25	20,0	77,0	— 8	— 6,4	17,6
90	72 0	194,0	57	45,6	134,6	24	19,2	75,2	— 9	— 7,2	15,8
89	71,2	192,2	56	44,8	132,8	23	18,4	73,4	—10	— 8,0	14,0
88	70,4	190,4	55	44,0	131,0	22	17,6	71,6	—11	— 8,8	12,2
87	69,6	188,6	54	43,2	129,2	21	16,8	69,8	—12	— 9,6	10,4
86	68,8	186,8	53	42,4	127,4	20	16,0	68,0	—13	—10,4	8,6
85	68,0	185,0	52	41,6	125,6	19	15,2	66,2	—14	—11,2	6,8
84	67,2	183,2	51	40,8	123,8	18	14,4	64,4	—15	—12,0	5,0
83	66,4	181,4	50	40,0	122,0	17	13,6	62,6	—16	—12,8	3,2
82	65,6	179,6	49	39,2	120,2	16	12,8	60,8	—17	—13,6	1,4
81	64,8	177,8	48	38,4	118,4	15	12,0	59,0	—18	—14,4	— 0,4
80	64,0	176,0	47	37,6	116,6	14	11,2	57,2	—19	—15,2	— 2,2
79	63,2	174,2	46	36,8	114,8	13	10,4	55,4	—20	—16,0	— 4,0
78	62,4	172,4	45	36,0	113,0	12	9,6	53,6	—21	—16,8	— 5,8
77	61,6	170,6	44	35,2	111,2	11	8,8	51,8	—22	—17,6	— 7,6
76	60,8	168,8	43	34,4	109,4	10	8,0	50,0	—23	—18,4	— 9,4
75	60,0	167,0	42	33,6	107,6	9	7,2	48,2	—24	—19,2	—11,2
74	59,2	165,2	41	32,8	105,8	8	6,4	46,4	—25	—20,0	—13,0
73	58,4	163,4	40	32,0	104,0	7	5,6	44,6	— 26	—20,8	—14,8
72	57,6	161,6	39	31,2	102,2	6	4,8	42,8	—27	—21,6	—16,6
71	56,8	159,8	38	30,4	100,4	5	4,0	41,0	—28	—22,4	—18,4
70	56,0	158,0	37	29,6	98,6	4	3,2	39,2	—29	—23,2	—20,2
69	55,2	156,2	36	28,8	96,8	3	2,4	37,4	—30	—24,0	—22,0
68	54,4	154,4	35	28,0	95,0	2	1,6	35,6			

Figur 24 stellt einen Apparat zur Bestimmung des Nullpunktes in Schnee oder schmelzendem Eis dar; der Apparat Fig. 25 dient zur Bestimmung des Siedepunktes und der Apparat Fig. 26 ist ein mit Wasser etc. zu füllender Apparat zur Vergleichung mehrerer Thermometer.

Man kann auch mit ganz einfachen Mitteln unter Zuhilfenahme von Trichtern und Glasröhren die genannten Prüfungen vornehmen, wie dies in Fig. 27 und 28 angedeutet erscheint.

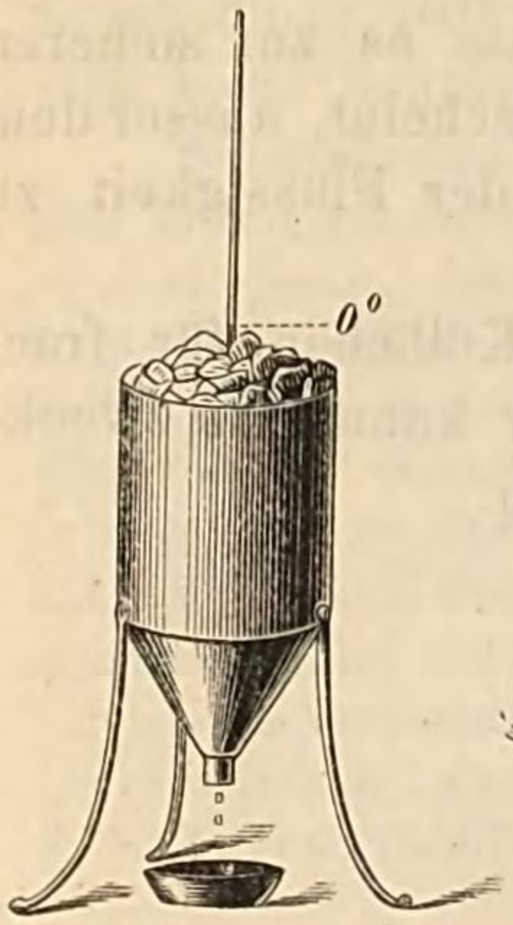


Fig. 24.

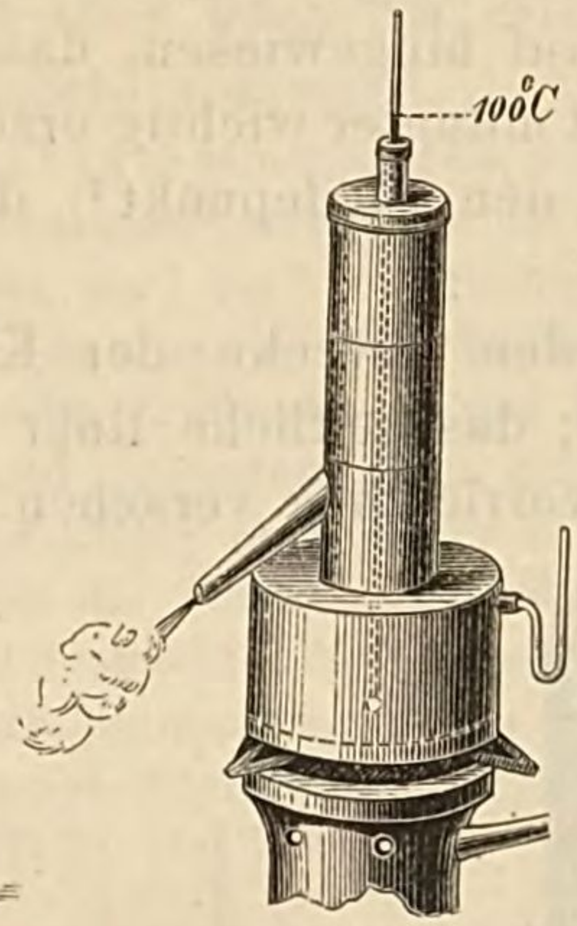


Fig. 25.

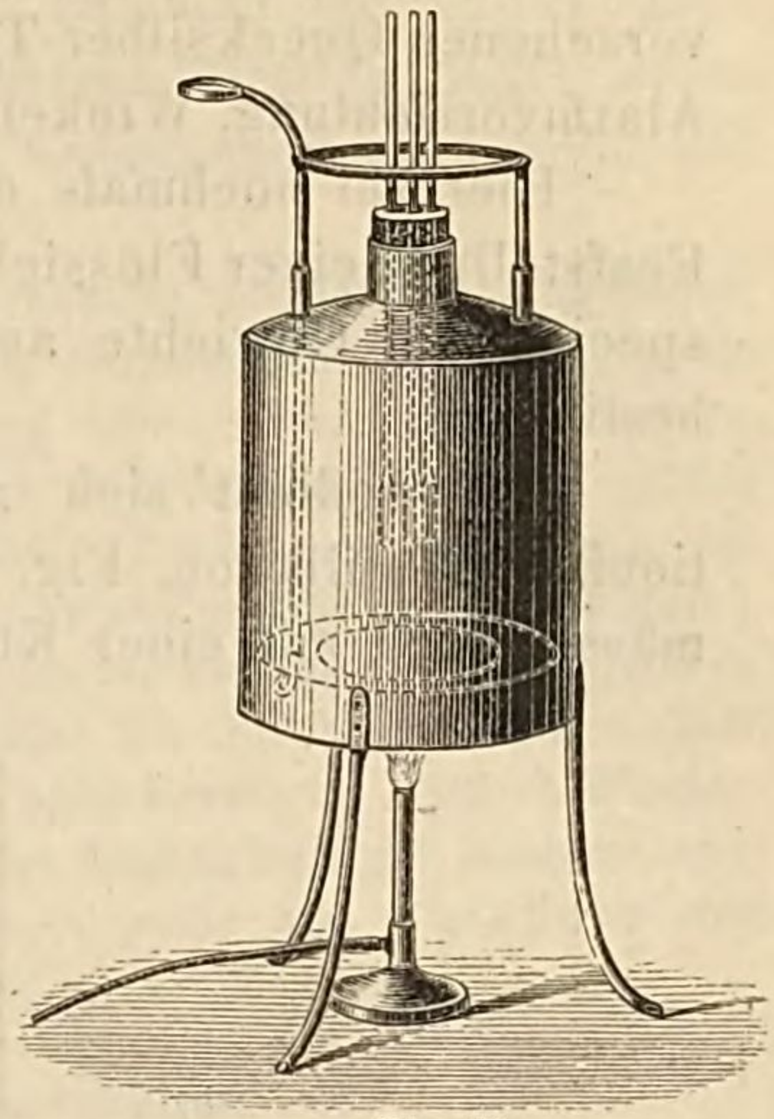


Fig 26.

Das Thermometer ist in das zerstossene Eis so weit einzusenken, dass das Quecksilber vollständig umhüllt erscheint. Man wartet mit dem Ablesen so lange, bis das Quecksilber eine constante Höhe erreicht hat. Bei einem richtigen Thermometer muss diese Ablesung mit dem Nullpunkt übereinstimmen.

Zur Bestimmung des Siedepunktes genügt es nicht, das Thermometer in das siedende Wasser einzutauchen; das Thermometer wird oberhalb der Flüssigkeit derart angebracht, dass es vollständig von den siedend heissen Dämpfen umgeben ist.

Der Siedepunkt ist auch vom Luftdrucke abhängig; er ist auf allen Thermometern für den Luftdruck von 760 mm angegeben.[1])

Als thermometrische Substanz (Thermometerfüllung) findet ausser dem Quecksilber auch Weingeist, Schwefelkohlenstoff und Luft Verwendung.

Fig. 28.

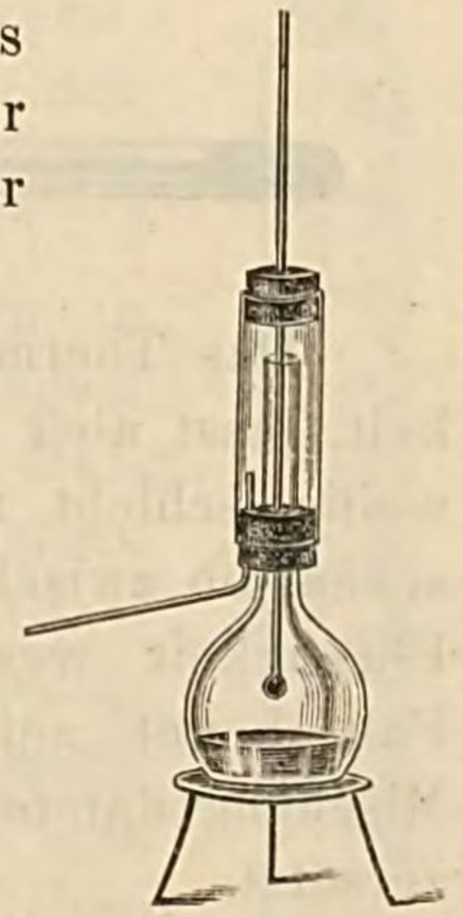


Fig. 27.

[1]) Für photographische Zwecke genügt die Ermittlung des genäherten oder scheinbaren Siedepunktes. Bei einem Barometerstande von 733 mm bei 0° siedet das Wasser bei 99° und bei 785 mm bei 101°.

Bei genauen Prüfungen der Thermometer ist auch ein Callibrieren der Thermometerröhre und eine Revision der Scala nöthig.

Neben den gewöhnlichen Thermometern finden auch die Maximum- und Minimum-Thermometer, ferner für chemische Zwecke für hohe Temperaturen die mit Wasserstoff- und Stickstofffüllung versehenen Quecksilber-Thermometer, Thermometer mit elektrischer Alarmvorrichtung, Winkelthermometer, Fig. 29 u. s. w., Anwendung.

Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass es zur sicheren Feststellung einer Flüssigkeit mitunter wichtig erscheint, ausser dem specifischen Gewichte auch den Siedepunkt[1]) der Flüssigkeit zu bestimmen.

Man bedient sich zu dem Zwecke der Kölbchen für fractionirte Destillation, Fig. 30; das seitliche Rohr kann man zweckmässig noch mit einer Kühlvorrichtung versehen.

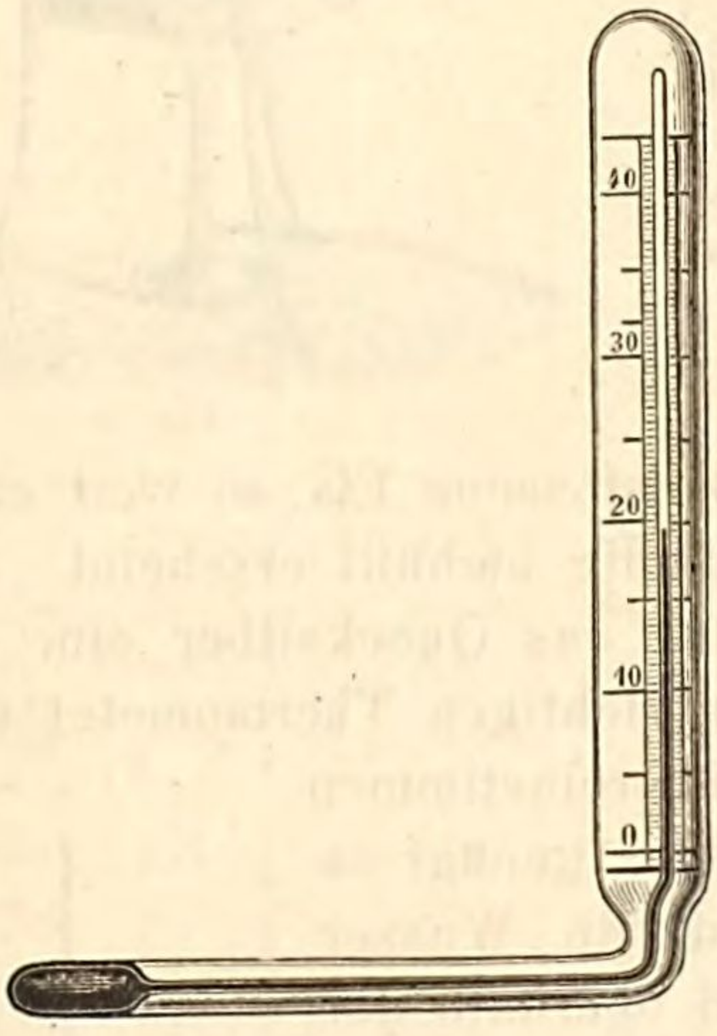


Fig. 29.

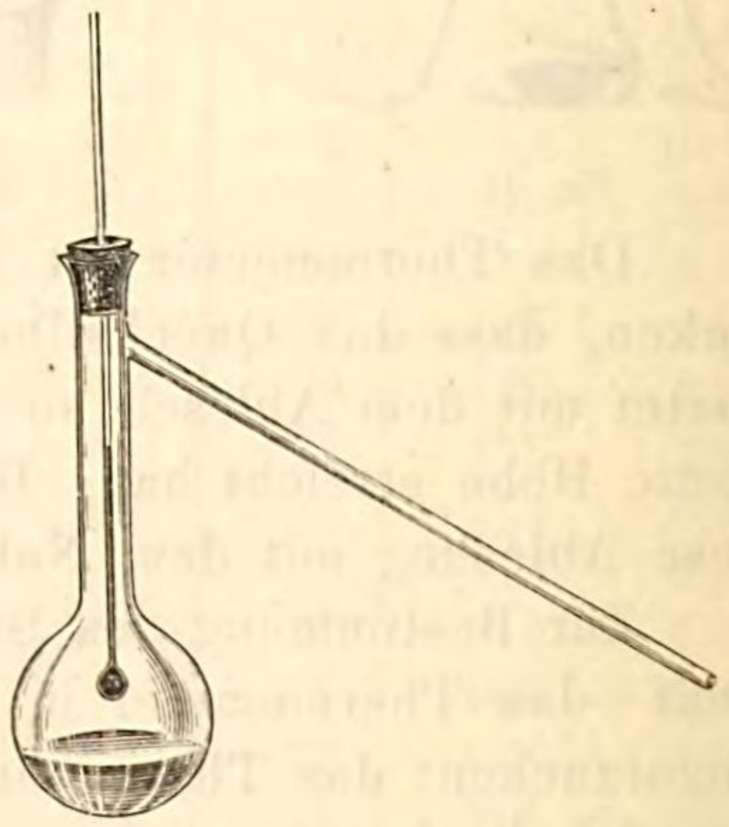


Fig. 30.

Das Thermometer bringt man nahe zum Niveau der Flüssigkeit, lässt aber dessen Gefäss nicht in letztere eintauchen. Zeitweilig schiebt man das Thermometer in die Flüssigkeit, um zu sehen, ob zwischen der Temperatur der Dämpfe und der siedenden Flüssigkeit wesentliche Differenzen vorhanden sind. Letzterer Fall deutet auf eine unreine Substanz, die wahrscheinlich eine Mischung darstellt oder die Substanz hat sich während des Siedens zersetzt.

Bei Siedepunktbestimmungen von Lösungen, Mischungen wird das Thermometer in die Flüssigkeit eingetaucht.

Zur Controle der Reinheit von Substanzen ist die Bestimmung des Schmelzpunktes von besonderer Wichtigkeit. Selbst sehr ge-

[1]) Allgemeines über das Verdampfen und Sieden siehe S. 30.

ringe Mengen einer Verunreinigung drücken den Schmelzpunkt einer Substanz meist merklich herab; auch machen sich Gemische dadurch bemerkbar, dass zwischen dem Punkt, bei dem sie zu erweichen beginnen, und dem Punkt, bei welchem sie vollkommen geschmolzen sind ein Intervall von mehreren Graden liegt; diese Erscheinung tritt aber auch bei reinen Substanzen ein, wenn sie sich beim Schmelzen zersetzen.

Schmelzpunktbestimmungen werden häufig wie folgt durchgeführt: Man nimmt ein Becherglas, steckt in dasselbe mittelst eines Korkringes ein zweites derart, dass es 3 cm vom Boden und den Seitenwänden absteht. Beide Bechergläser werden je nach Bedürfniss mit Wasser oder Oel gefüllt und sodann von unten erwärmt. In das kleinere Becherglas senkt man ein Thermometer ein und nahe demselben ein dünnwandiges Rohr (Capillarrohr), in welches man eine kleine Portion der zu prüfenden Substanz eingeschmolzen hat. Man beobachtet die Temperatur, bei welcher die Substanz schmilzt, lässt sodann abkühlen und beobachtet die Temperatur beim Erstarren. Durch Wiederholung des Versuches überzeugt man sich von der Richtigkeit der Beobachtung. Im chemischen Laboratorium benutzt man den Apparat von Anschütz und G. Schultz, modificirt von Roth.

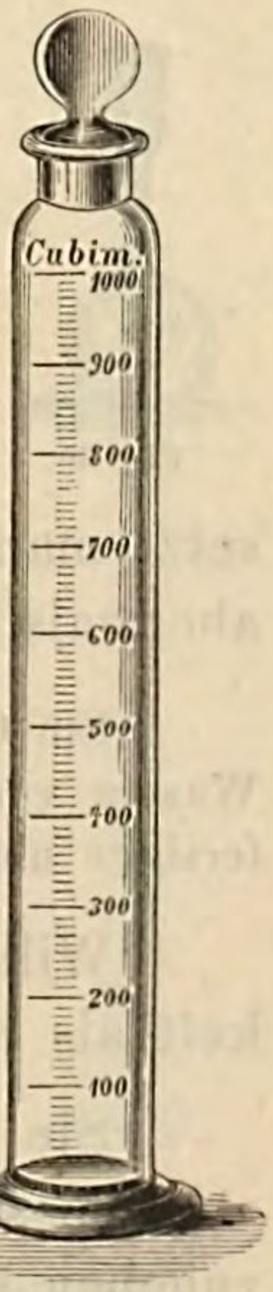
4. Messgefässe für Flüssigkeiten.

Zum Messen von Flüssigkeiten verwendet man graduirte Fusscylinder, Mensuren, geaichte Kolben, Pipetten, Büretten; schliesslich sind hier auch die Tropfgläser zu erwähnen.

Bei jedem Messgefäss muss bekannt sein, ob es auf Einguss oder Ausguss graduirt ist.

Im ersteren Falle fasst es so viele Cubikcentimeter Flüssigkeit, als die auf demselben angebrachten Marken besagen, im zweiten lässt es beim Entleeren so viel Cubikcentimeter ausfliessen.

Die graduirten Cylinder unterscheidet man in Mischcylinder, Fig. 31, welche mit eingeschliffenem Glasstöpsel versehen sind. Sie dienen zur Herstellung von Flüssigkeitsgemischen nach bestimmtem Mass, können aber auch zum Klären von durch Glaswolle filtrirten Collodion etc. gut verwendet werden. Man kann aus den Mischcylindern eine bestimmte Menge der Flüssigkeit abgiessen, ohne erst eine andere Mensur benützen zu müssen, was bei Collodion oder anderen, häufig verwendeten ölig fliessenden Flüssigkeiten sehr vortheilhaft ist, da das vorgeschriebene Volumen wirklich verwendet wird und Verluste durch Anhaften an Mensuren etc. vermieden werden.



Fig, 31.

Die Ausguss- oder Messcylinder, Fig. 32, werden in Grössen von 5 cm³ bis zu 1 Liter hergestellt; sie gestatten bei einem geringen Durchmesser ein ziemlich genaues Abmessen; kommt die Genauigkeit weniger in Betracht, so genügen auch die Mensuren, Fig. 33, 34 und 35, aus Glas oder Porzellan; sie besitzen ebenfalls Theilstriche, häufig jedoch nur von etwa 10 zu 10 zu 20 und zu 30 cm³ etc.

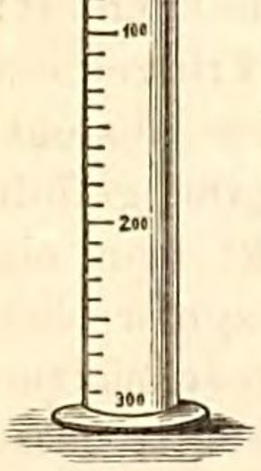


Fig. 32.

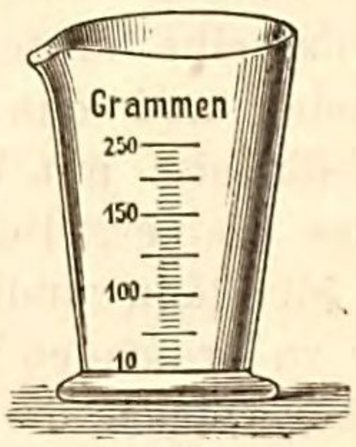


Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Ein genaueres Abmessen grösserer Mengen von Flüssigkeiten, als die Cylinder und Mensuren, gestatten die geaichten Kolben, welche in mehreren Formen und Grössen erzeugt werden, z. B. die Kolben nach Kohlrausch mit verengtem Halse, Fig. 36, und Kolben mit Glasstöpsel, Fig. 37.

Fig. 36.

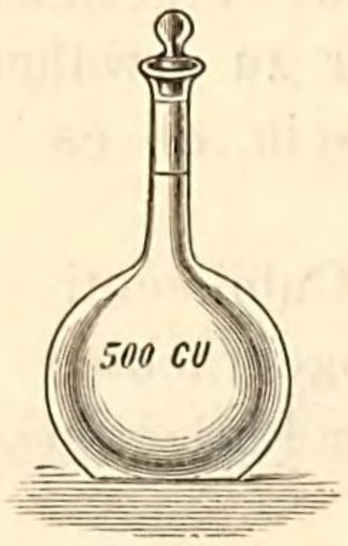


Fig. 37.

Will man sich überzeugen, ob die Marke richtig angebracht ist, so geschieht dies in der Weise, dass man den innen und aussen völlig trockenen Kolben sammt so viel Gramm, als er selber angiebt, auf einer entsprechend genauen Waage tarirt; sodann füllt man den Kolben bis zur Marke mit Wasser von 14° R. Nachdem das Gewicht von der Waage entfernt ist, setzt man den gefüllten Kolben auf die Waagschale und es muss abermals Gleichgewicht vorhanden sein.

Ein Cubikcentimeter Wasser wiegt nur bei 4° genau 1 gr. 1 Liter Wasser von 16° C. wiegt nur 998·981 gr. Auf diesen Umstand ist beim Anfertigen und Prüfen von Massgefässen Rücksicht zu nehmen.

Will man bestimmte kleinere Mengen mit grösserer Genauigkeit als mit Cylinder abmessen, so verwendet man die Pipetten.

Sie dienen auch besonders dann, wenn es sich darum handelt, abgemessene Mengen Flüssigkeiten aus einem Gefässe herauszuheben und in ein anderes zu übertragen.

Man unterscheidet Theilpipetten und Vollpipetten.

Die Vollpipetten, Fig. 38—42, können nur für jenes bestimmte Flüssigkeitsvolumen benützt werden, für welches sie geaicht sind. Sie sind kugel-, birn- und cylinderförmig. Beim Gebrauche saugt man die Flüssigkeit vorsichtig mit dem Munde bis über die Marke und verschliesst rasch mit dem befeuchteten Zeigefinger. Durch unbedeutendes Lüften des Fingers lässt man die Flüssigkeit bis zum Theilstriche ablaufen; hierauf lässt man die Flüssigkeit in das dazu bestimmte Gefäss auslaufen. Den letzten Flüssigkeitstropfen streicht man an der Wand des Gefässes ab; dies setzt voraus, dass die Vollpipetten „auf Abstrich“ geaicht wurden.

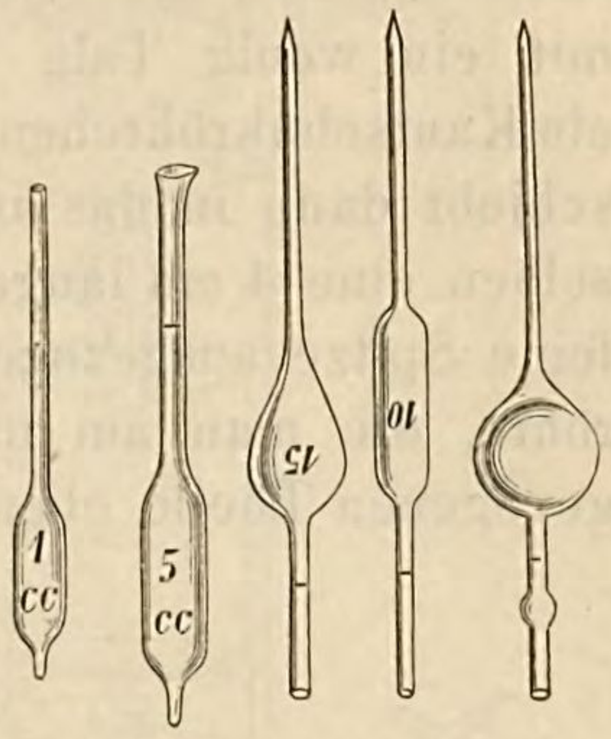


Fig. 38. 39. 40. 41. 42.

Da sie aber auch auf das Abfliessen oder auf das Ausblasen graduirt sein kann, so ist es nöthig die Pipetten vor ihrem Gebrauch zu prüfen.

Man bringt zu diesem Zwecke ein Becherglas auf die Waage, giebt das nach dem Pipeteninhalt erforderliche Gewicht in Grammen dazu und tarirt; sodann lässt man die bis zur Marke mit destillirtem Wasser gefüllte Pipette in's Becherglas entleeren, entfernt das Zulegegewicht und beobachtet, ob das Gleichgewicht der Waage erhalten bleibt und ob selbes durch Abstreichen, Abfliessen oder Ausblasen der Pipette erreicht wird.

Die Theilpipetten mit und ohne Glashahn, Fig. 43, 44, werden ähnlich gehandhabt, wie die Vollpipetten, nur streicht man diese Pipetten nicht ab, sondern lässt sie bis zu dem bestimmten Theilstriche tropfenweise ausfliessen.

Häufig ist bei diesen Pipetten das Aufsaugen nicht nöthig, wenn man die Pipetten so weit in die Flüssigkeit eintauchen kann, dass sie vollständig gefüllt werden.

Die Pipetten finden im photographischen Laboratorium mannigfache Verwendung.

Für Versuchszwecke und für analytische Arbeiten, z. B. Prüfung des Silberbades verdienen die Büretten den Vorzug. Sie gestatten das genaueste Abmessen kleinerer Flüssigkeitsmengen.

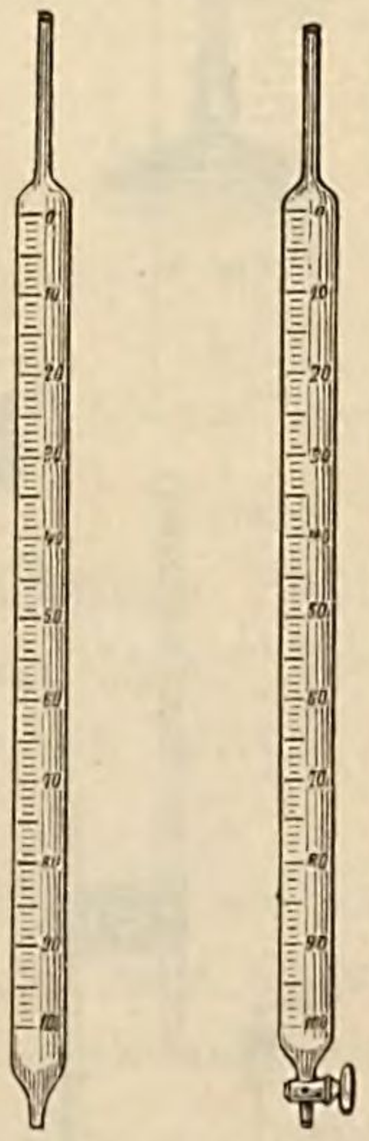


Fig. 43. 44.

Man unterscheidet Stehbüretten englischer Form nach Binks, Fig. 45, Stehbüretten nach Gay-Lussac mit Kautschukballon; durch einen Druck auf letzteren wird die Flüssigkeit tropfenweise herausgetrieben. Fig, 46; ferner Blasebüretten, Fig. 49. Am billigsten und bequem in der An-

wendung sind die Quetschhahnbüretten, Fig. 48, oder die Büretten mit Glashahn, Fig. 47 und 50.

Letztere Arten der Büretten werden an einem Stative befestiget. Bei den Quetschhahnbüretten stülpt man über den unteren Theil derselben, nachdem man ihn etwas erwärmt und mit ein wenig Talg bestrichen hat, ein Kautschukröhrchen von circa 3 cm, schiebt dann in das andere Ende derselben eine 4 cm lange, in eine feine Spitze ausgezogene Glasröhre, die man am nicht ausgezogenen Theile ebenfalls ein-

Fig. 45.

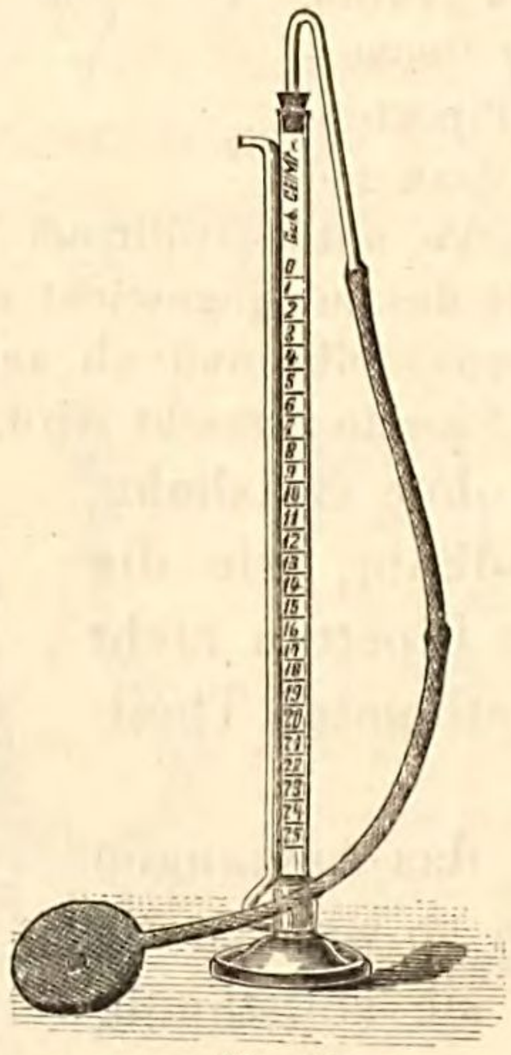


Fig. 46.

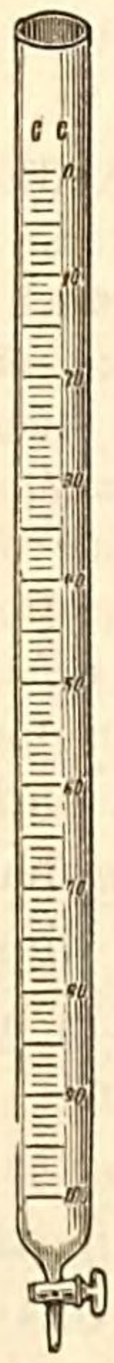


Fig. 47.

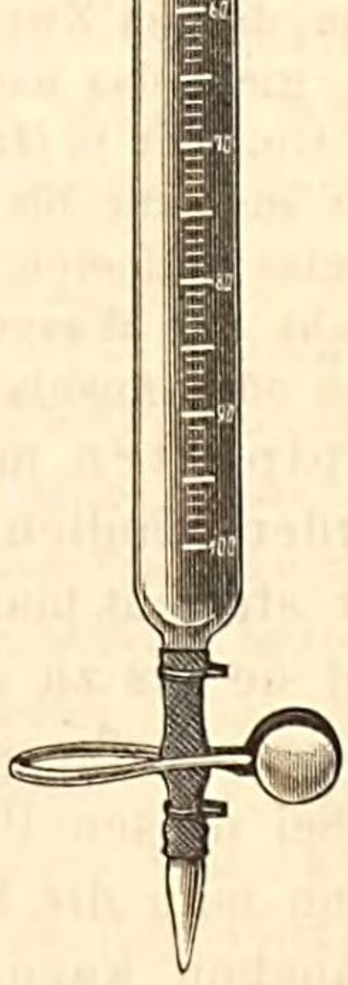


Fig. 48.

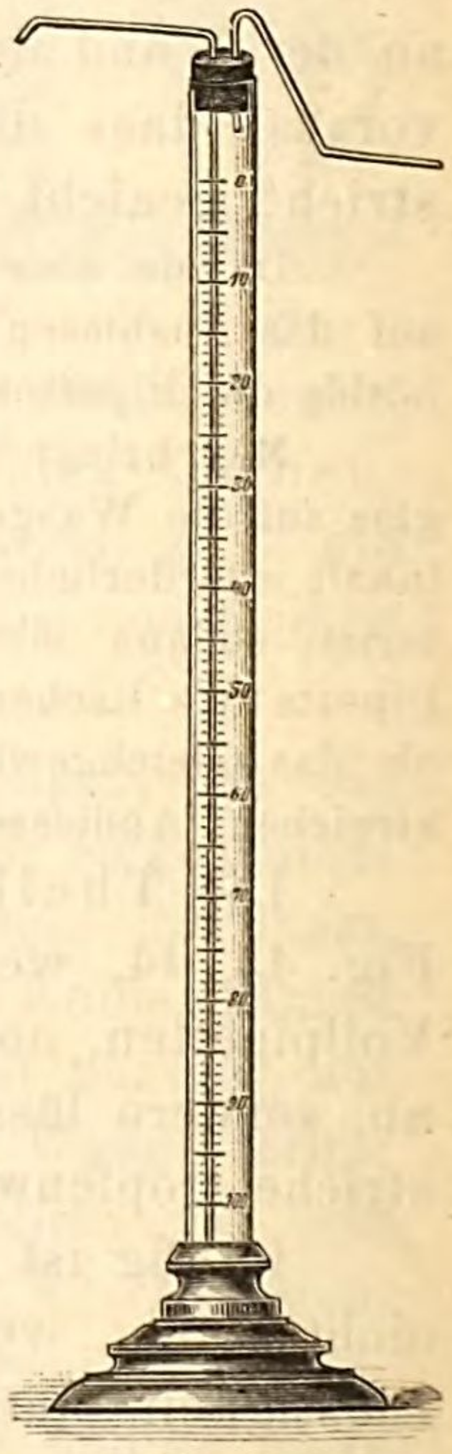


Fig. 49.

fetten kann. Zwischen dem unteren Theil der Bürette und dem oberen des Auslaufröhrchens schiebt man nun den Quetschhahn ein, der sehr sicher und völlig schliesst.

Es giebt noch verschiedene Varianten, auf welche hier nicht eingegangen wird. Man hat Grössen von 5, 10, 20, 25, 50 und 100 cm^3 etc. Die kleineren gestatten selbst noch das Ablesen von Fünftel oder selbst Zehntel Cubikcentimeter.

Beim Gebrauche stellt man die Bürette senkrecht in ein Stativ und füllt selbe bis über den

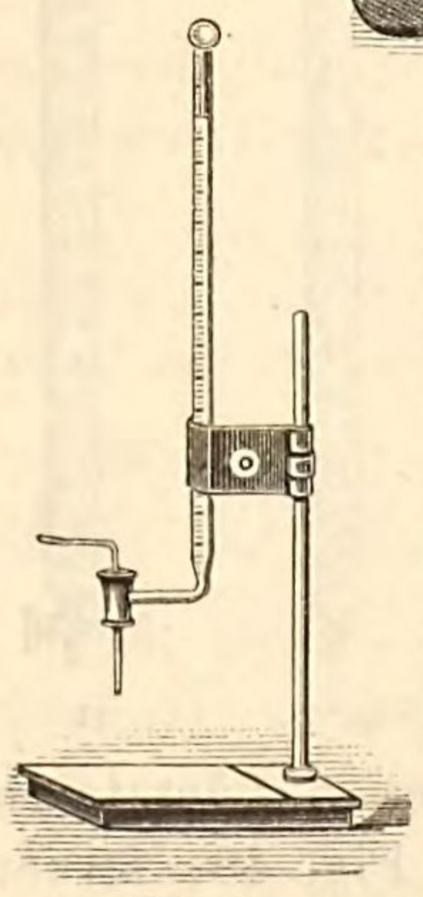


Fig. 50.

Nullpunkt und lässt nun durch Oeffnen des Hahnes so viel Flüssigkeit abfliessen, bis sie genau am Nullpunkte steht. Nun erst lässt man die nöthige oder vorgeschriebene Flüssigkeitsmenge ausfliessen.

Will man eine Bürette auf die Richtigkeit ihrer Eintheilung prüfen, so lässt man in ein genau gewogenes Kölbchen 10 cm^3 Wasser aus derselben abfliessen und wägt; hierauf lässt man neuerdings 10 cm^3 abfliessen und wägt wieder und so fort. Es müssen 10 cm^3 Wasser von 16^0 C. genau 9·990 gr wiegen. Schwankungen unter 0·01 gr können vernachlässigt werden.

Ein sehr genaues Ablesen des Flüssigkeitsstandes der Büretten erhält man unter Anwendung des Erdmann'schen Schwimmers, Fig. 51. Man liest damit jene Marke an der Bürette ab, welche mit dem in der Mitte des Schwimmers angebrachten Kreis zusammenfällt.

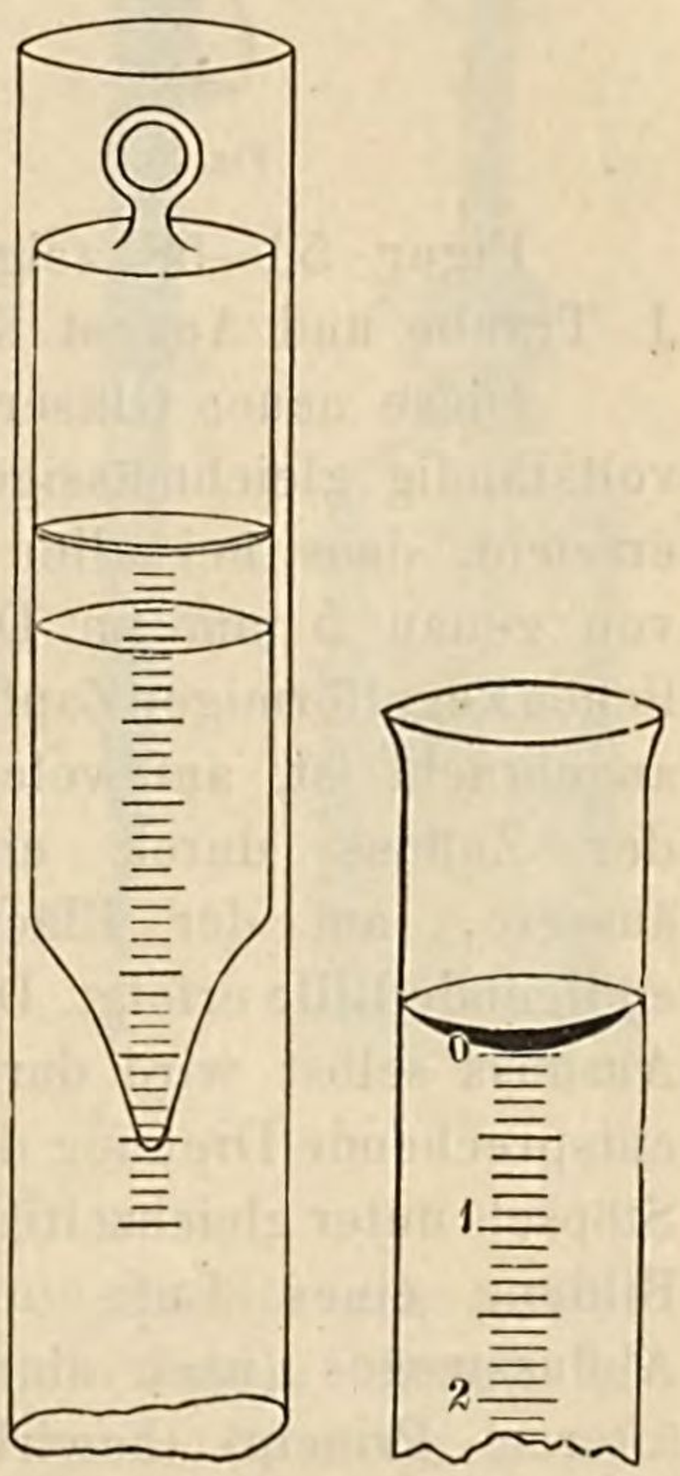


Fig. 51.

Fig. 52.

In keinem der cylindrischen Messgefässe stellt sich die Flüssigkeit horizontal, sondern sie bildet in Folge der Adhäsion zwischen Glaswand und Flüssigkeit die Form eines nach unten gewölbten Meniscus, Fig. 52.

Das Ablesen oder Einstellen auf einen bestimmten Theilstrich geschieht im allgemeinen immer derart, dass der tiefste Punkt des Meniscus genau die durch den Theilstrich gehende Ebene berühren muss. Es ist dabei stets zu beachten, dass man das Auge in die Höhe des Niveaus bringt, dass die Bürette senkrechte Lage hat und das Niveau constant steht. Metallringe, Schwimmer, durchschlitzte Papierstreifen erleichtern das Ablesen. Bei sehr undurchsichtigen Flüssigkeiten wird man durch Einstellen auf den oberen Rand der Flüssigkeit meist leichter zum Ziele gelangen.

Bei seltenem Gebrauche der Büretten entleert man sie nach Vollendung der Arbeit, wäscht und trocknet sie schliesslich sorgfältig aus und verwahrt sie nach Abnahme des Kautschukschlauches.

Wenn Versuche im Kleinen durchgeführt werden, so genügt oft ein so kleiner Bruchtheil eines Cubikcentimeters irgend einer Flüssigkeit, dass selbst die Eintheilung der Büretten nicht mehr hinreicht. In solchen Fällen verwendet man Tropfvorrichtungen.

Es gehen je nach der Oeffnung des Tropfgläschens 15—30 Tropfen auf einen Cubikcentimeter. Es ist somit nothwendig, das Tropffläschchen diesbezüglich auszuprobiren.

Die gebräuchlichsten Formen sind in Fig. 53, 54 und 55 dargestellt; ihr Gebrauch ergiebt sich von selbst.

Fig. 53.

Fig. 54.

Fig. 55.

Figur 56—58 zeigen Tropfgläschen nach dem Patent Dr. J. Traube und August Kattentidt.

Diese neuen Gläser sollen sich dadurch auszeichnen, dass sie vollständig gleichmässige Tropfen abgeben. Es wird dies dadurch erreicht, dass bei allen Gläsern eine kreisförmige Abtropffläche von genau 5 mm im Durchmesser an einem am Stöpsel befindlichen kegelförmigen Zapfen angebracht ist, auf welche der Zufluss durch eine äussere, auf der Fläche endigende Rille erfolgt. Der Ausfluss selbst wird durch entsprechende Drehung des Stöpsels unter gleichzeitiger Bildung eines Luft- und Abflussweges (nach einem älteren Princip) bewirkt. Die angedeutete Form und die Dimension der Abtropffläche haben zur Folge,

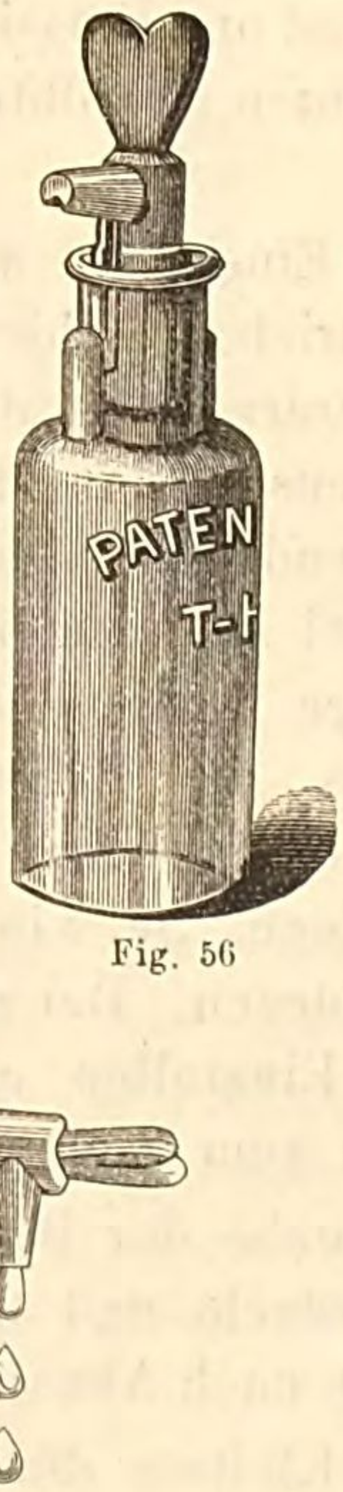


Fig. 56

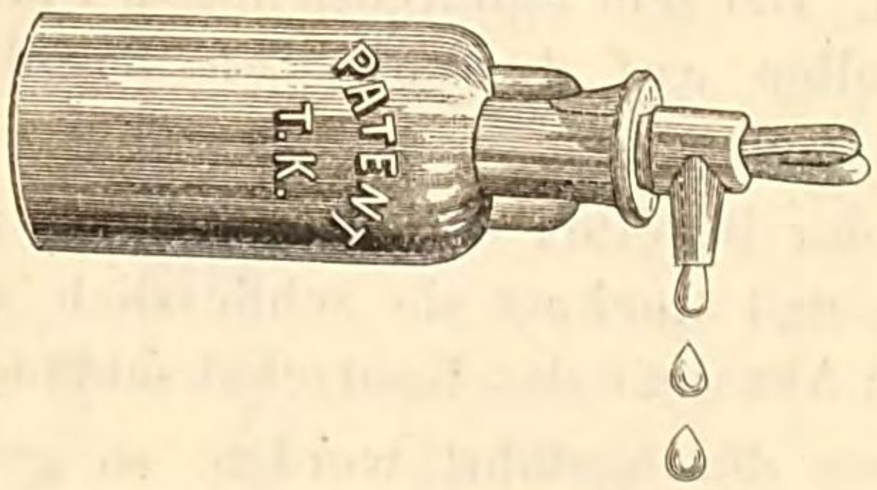


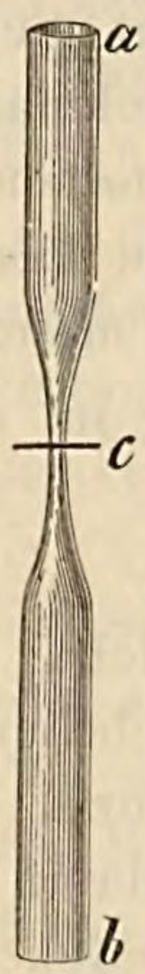
Fig. 57.

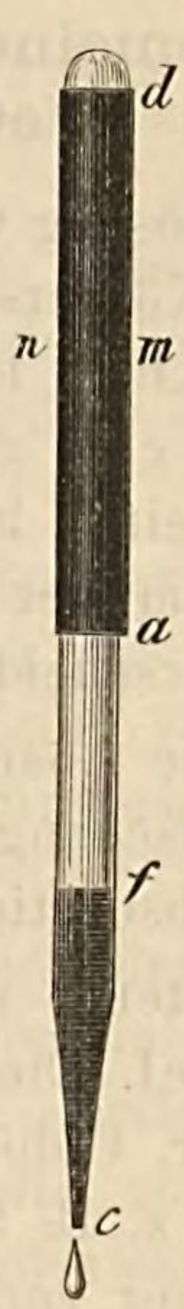
Fig. 58.

dass letztere stets gleichmässig benetzt wird, ohne dass ein Heraufziehen des Tropfens am seitlichen Rande des Zapfens stattfinden

könne: daher die gewünschte Gleichmässigkeit der Tropfen, welche bei manchen photographischen Processen sehr wichtig ist.

Eine sehr bequeme und leicht herstellbare Tropfvorrichtung erhält man durch Ausziehen einer erhitzten dünnen Glasröhre *ab* (Fig. 59). Bei *c* macht man mit einer scharfen dreikantigen Feile einen Strich, wodurch man zwei Theile *ac* und *bc* erhält, wovon jeder Theil verwendbar ist. An die Enden *a* und *b* zieht man einen 5—6 cm langen Kautschukschlauch *ad* auf, welchen man bei *d* mit einem kleinen Stückchen Glasstab abschliesst (Fig. 60).





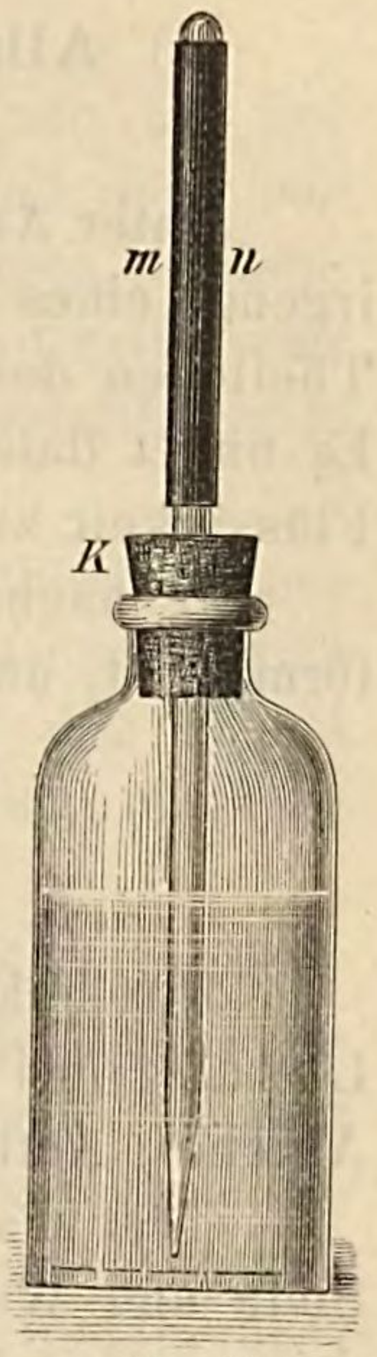


Fig. 59. Fig. 60. Fig. 61.

Man drückt den Kautschuk vor dem Gebrauche des Röhrchens bei *mn* mit den Fingern zusammen, wodurch Luft bei *c* austritt; nun taucht man das Glasröhrchen in die zu verwendende Flüssigkeit und giebt mit dem Drucke bei *mn* nach, wodurch in Folge des äusseren Luftdruckes die Flüssigkeit bis etwa *f* aufsteigt; durch abermaliges, allmäliges Drücken bei *mn* fliessen nach Bedarf die einzelnen Tropfen bei *c* aus.

Diese Vorrichtung kann man sich nöthigenfalls sehr leicht selbst herstellen oder auch aus der Apotheke beziehen. Damit ist man in der Lage, aus jedem Fläschchen etwas Flüssigkeit zu entnehmen, ohne grössere Mengen derselben in Tropfgläschen geben zu müssen, welch' letztere häufig nicht ganz nach Wunsch functioniren.

Will man das Tropfröhrchen constant für eine Flüssigkeit in Gebrauch nehmen, so kann man das Glasröhrchen durch den Kautschuk- oder Korkstöpsel K (Fig. 61) stecken; nach Lockerung des Stöpsels geht man in beschriebener Weise vor.

Ich verwende seit längerer Zeit nur mehr diese einfachen Tropfröhrchen, welche ich für sehr bequem und handsam halte; sie leisten auch bei analytischen Arbeiten gute Dienste. In diese Tropfenzähler lässt man nach jedesmaligem Gebrauche behufs Reinigung Wasser aufsaugen, welches man wieder ausspritzt.

Aehnliche Tropfenzähler können auch vollständig aus Glas hergestellt werden.

3. Das Auflösen fester Körper.

a) Allgemeine Bemerkungen über Lösungen, Verdampfen und Sieden.

Unter Auflösung versteht man im Allgemeinen die Vereinigung irgend eines Körpers mit einer Flüssigkeit, so dass man die Theilchen desselben nicht mehr mit dem Auge wahrnehmen kann. Es findet dabei eine gleichmässige Vertheilung des Körpers in der Flüssigkeit zu einer homogenen, tropfbarflüssigen Masse statt.

Je nachdem der zu lösende Körper fest, flüssig oder gasförmig ist, unterscheidet man:

1. Die Lösung im engeren Sinne,
2. Mischung,
3. Absorption.

Flüssigkeiten, welche einen Körper lösen, nennt man Lösungsmittel. Die gebräuchlichsten Lösungsmittel sind: Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Benzin u. dgl.

Löst man z. B. Soda in Wasser, so wird durch die zwischen Soda und Wasser vorhandene Anziehung oder Adhäsion das Eindringen des Wassers in die Poren der Soda bewirkt. Es wird der Zusammenhang der Sodatheilchen geschwächt und endlich aufgehoben. Die kleinsten Sodatheilchen vertheilen sich im Wasser und können wegen ihrer Kleinheit nicht mehr gesehen werden.

Ganz ähnlich verhalten sich bei der Auflösung der Alaun, oxalsaures Kalium, Bromkalium und andere Salze. Durch Abdampfen des Lösungsmittels erhält man die ursprüngliche Substanz ohne Veränderung ihrer chemischen Zusammensetzung.

Das Lösungsvermögen von Flüssigkeiten für verschiedene Körper ist abhängig von der Natur des zu lösenden Körpers und des Lösungsmittels, von der Temperatur und den eventuell bereits gelösten Körpern. Organische Stoffe (Harze, Fette etc.) werden häufig nur von Alkohol, Aether, Chloroform, nicht aber in reinem Wasser gelöst, während viele Salze nur von Wasser gelöst werden.

Die Raschheit der Lösung hängt bei ein und demselben Lösungsmittel nebst der Temperatur, von der Dichtigkeit der Masse, von der mehr oder minder vollkommenen Berührung des Körpers mit der Flüssigkeit etc. ab.

Je nachdem Stoffe in kleinerer oder grösserer Menge aufgelöst werden, unterscheidet man schwer oder leicht lösliche Substanzen. Manches Lösungsmittel vermag oft nur Spuren eines Körpers aufzulösen, während gewisse Stoffe schon durch Anziehung von Feuchtigkeit aus der Luft sich verflüssigen (hydroskopische oder deliquescirende Stoffe).

Enthält eine Lösung so viel eines Körpers, als sie bei der gegebenen Temperatur aufzunehmen vermag, so nennt man sie gesättigt, in anderem Falle ungesättigt. Lösungen, welche mehr Salz gelöst enthalten, als der herrschenden Temperatur entspricht, nennt man übersättigt. Wasserfrei krystallisirende Salze bilden keine übersättigten Lösungen.

Es giebt aber auch Auflösungen, bei denen der gelöste Körper eine chemische Verbindung mit Bestandtheilen des Lösungsmittels eingeht und diese nennt man, zum Unterschiede von den obigen einfachen oder physikalischen Auflösungen, chemische Auflösungen.

Hierher gehört die Auflösung von Silber oder Zink in Salpetersäure, Gold in Königswasser, sowie allgemein die Auflösung der Metalle in Säuren. Durch Abdampfen der erhaltenen Lösungen erhält man nicht wieder die ausgelösten Metalle, sondern neue zusammengesetzte Stoffe, nämlich die Salze und zwar in genannten Beispielen: salpetersaures Silber (oder Silbernitrat), salpetersaures Zink (oder Zinknitrat) und Goldchlorid.

Die wirksamste Unterstützung bei dem Processe der Lösung fester Körper bietet in den meisten Fällen die Wärme.

Beim Erwärmen von Flüssigkeiten erfolgt eine Dampfbildung. Tritt dieselbe nur an der Oberfläche der Körper auf, so nennt man den Vorgang Verdampfen oder Verdunsten, geht sie aber innerhalb der Flüssigkeiten vor sich, so nennt man den Vorgang Sieden. Das Verdunsten geschieht bei jeder Temperatur, das Sieden aber nur bei einer bestimmten Temperatur, welche von der Natur der Flüssigkeit und dem Drucke auf dieselbe abhängt.

Das Verdampfen bezweckt die theilweise oder gänzliche Verflüchtigung des Lösungsmittels, um die gelöste Substanz in concentrirter Lösung, in krystallisirtem Zustande, als eingedickte Masse oder in trockener Form zu erhalten. Bei weingeistigen, ätherischen und ähnlichen Lösungen zieht man es bei grösseren Mengen vor, das Lösungsmittel durch Destillation zu gewinnen und nur den Rest durch Verdampfen vom Lösungsmittel zu befreien.

Das Verdampfen wird beschleunigt:

a) durch eine grosse Oberfläche der Flüssigkeit,
b) durch Temperaturerhöhung,
c) durch Verminderung des Druckes,
d) durch rasche Entfernung der gebildeten Dämpfe.

Letzteres wird unter anderem durch Anwendung von Trockenmitteln bei Luftabschluss angestrebt.

Beim Sieden von Flüssigkeiten treten mitunter explosionsartige Erscheinungen auf.

Luftfreies Wasser kann auf 150° und darüber erhitzt werden, ohne dass es siedet; eine Erschütterung oder ein anderer äusserer Anlass kann in Folge der angehäuften Wärmemenge zu einem momentanen explosionsartigen Kochen Veranlassung geben[1]). Auch bei Lösungen von Salzen tritt mitunter ein unregelmässiges, stossweises Sieden ein, wobei ein eigenthümliches Geräusch, ein polternder Ton das Aufwallen begleitet. Manchmal tritt ein plötzliches Aufwallen ein, so dass mit den entweichenden Dämpfen gleichzeitig Flüssigkeit heraus geschleudert wird.

Man muss es z. B. vermeiden, in siedend heisse Goldlösungen Goldsalze zuzufügen, da ein sofortiges Ueberschäumen eintreten kann.

Das stossweise Sieden kann speciell bei der Destillation sehr hinderlich werden. Als wirksame Abhilfe dienen gute Wärmeleiter, wie Metallbleche, Spiralen von Metalldrähten, grob granulirte Körner, welche man in das Destillirgefäss giebt. Natürlich dürfen sie in der Flüssigkeit nicht löslich sein.

b) Geräthschaften zum Auflösen und Erwärmen etc.

Eine gewöhnliche Methode, einfache Lösungen herzustellen, besteht darin, den zu lösenden Körper in einem mit Ausguss versehenen Mörser mit dem partienweise zuzusetzenden Lösungsmittel abzureiben.

In vielen Fällen ist es jedoch vorzuziehen, die Substanz mit dem Lösungsmittel in Bechergläsern, Eprouvetten, Kolben oder Schalen zu erhitzen.

---

1) Die Erhöhung des Siedepunktes, welche durch Luftentziehung erzeugt wird, nennt man Siedeverzug und die Flüssigkeit, welche über ihren Siedepunkt hinaus erwärmt ist, eine überhitzte Flüssigkeit.

1. Gefässe.

a) Bechergläser existiren in drei Formen, Fig. 62—64.

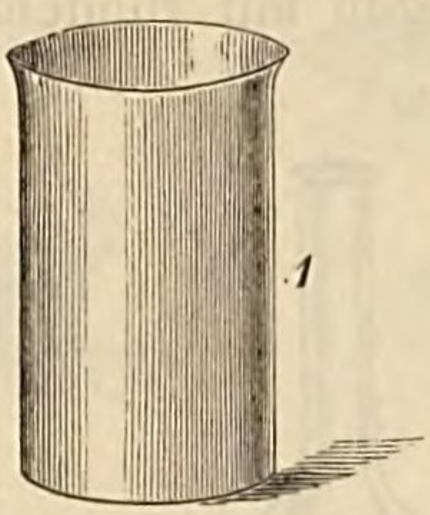


Fig. 62.

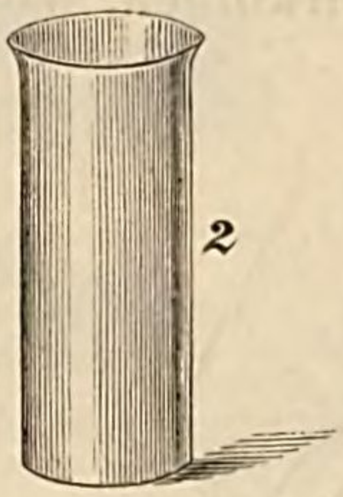


Fig. 63.

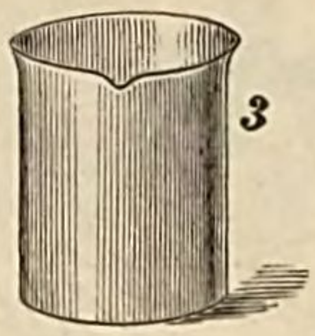


Fig. 64.

Die weiten Formen eignen sich zum Kochen, die hohen zum Erzeugen von Niederschlägen. Sie müssen frei von Schlieren und Blasen, überall gleich stark und dünnwandig und langsam gekühlt sein. Unter diesen Voraussetzungen werden sie beim Eingiessen kochenden Wassers nicht springen.

Bechergläser werden nicht direct unter Berührung der Flamme erhitzt, sondern zwischen Flamme und Becherglas kommt ein Drahtnetz oder eine Asbestscheibe etc.

Statt der Bechergläser benützt man auch häufig, wenn die Lösung nicht erhitzt werden soll, die Filtrirstutzen, Fig. 65 u. 66.

Sie haben starke Wände und einen Schnabel zum Ausgiessen der Flüssigkeit. Beim Eingiessen heisser Lösungen zerspringen die Filtrirstutzen.

Gefässe, ähnlich den Bechergläsern, aber von starkem Glase, bezeichnet man als Glascylinder; man erhält sie in Grössen bis zu mehreren Litern.

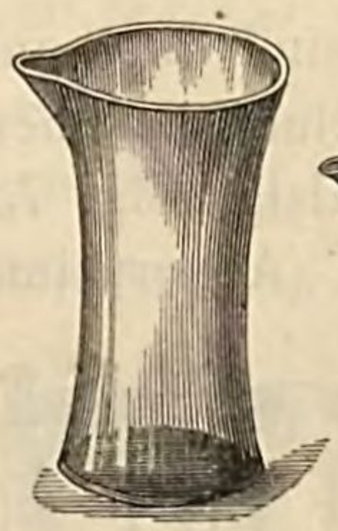


Fig. 65.

Fig. 66.

Die Eprouvetten oder Proberöhrchen sind aus sehr dünnem Glase hergestellt, Fig. 67, sie finden später wiederholt Erwähnung.

Fig. 67.

b) Kolben sind häufig bei chemischen Auflösungen der Anwendung von Bechergläsern vorzuziehen; die aufzulösende Substanz füllt man vorsichtig in den Kolben, Fig. 68, fiebt einen Trichter darauf und giesst das Lösungsmittel nach Bedarf ein und erwärmt eventuell; auftretende Gase entweichen, ohne dass ein Verlust an Substanz zu befürchten ist.

Die Kolben werden unterschieden in Kochkolben mit flachem Boden (Stehkolben), Fig. 69 und Fig. 70, und Kolben mit rundem Boden, Kolben mit besonders weitem Halse, Fig. 71, mit ausgebogenem Rande, Fig. 70, Erlenmayer-Kolben, Fig. 72, Kolben aus starkem Glase, Filtrirkolben, Vorlagen mit rundem Boden mit und ohne Tubus.

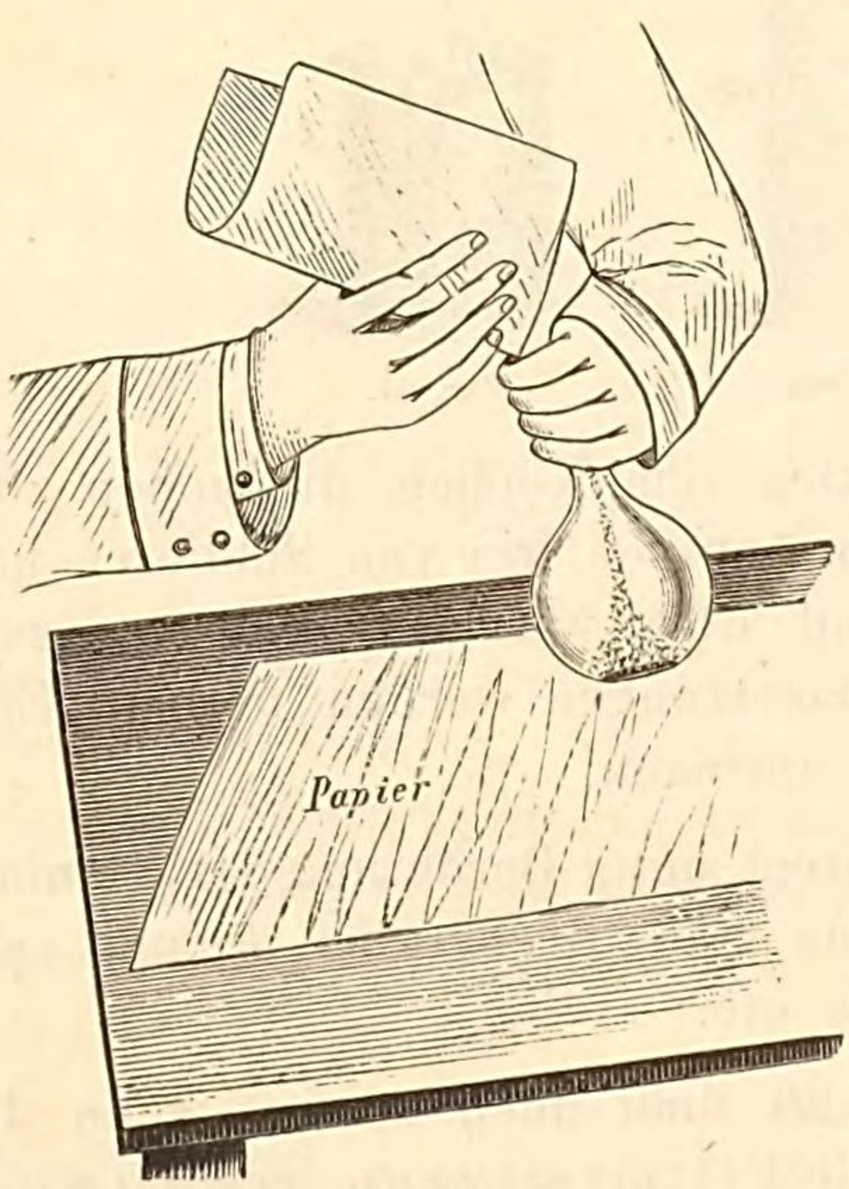


Fig. 68.

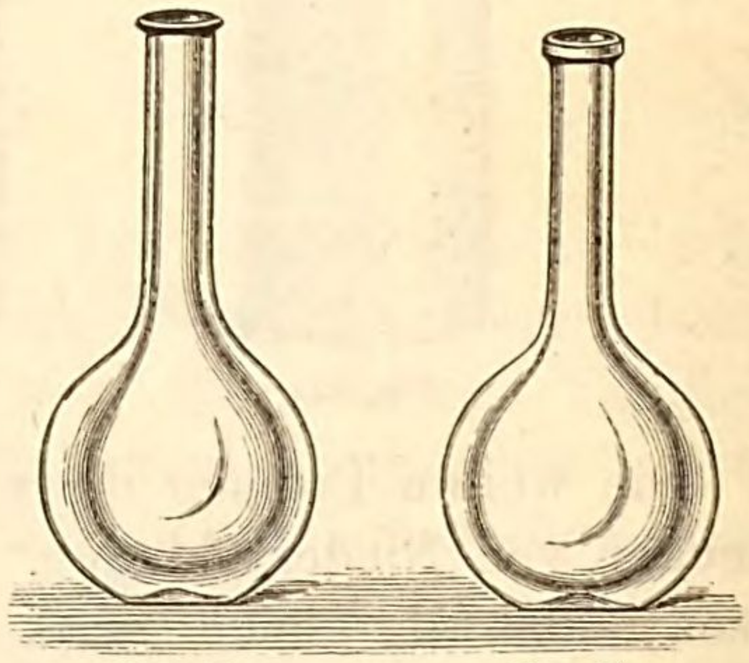


Fig. 69. Fig. 70.

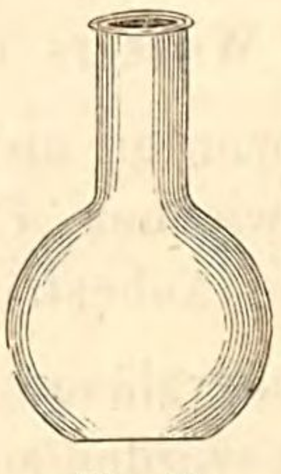


Fig. 71.

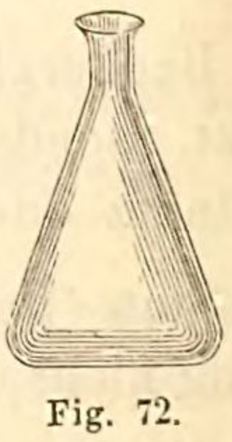


Fig. 72.

Hier sind auch anzureihen die gewöhnlichen Glasflaschen, Gasentwicklungsflaschen und Woulfsche-Flaschen; letztere sind zwei- oder dreihalsig, Fig. 73—75; sie dienen zur Herstellung von Chlorwasser etc. (Absorption).

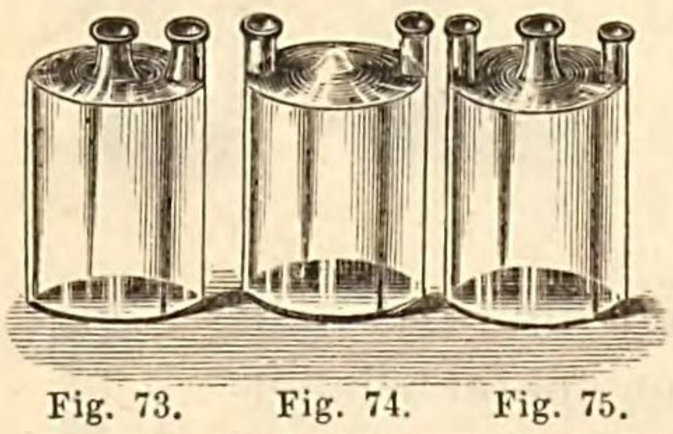


Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75.

c) Die Schalen werden zwar hauptsächlich zum Concentriren oder Abdampfen von Flüssigkeiten verwendet, finden jedoch auch bei der Herstellung chemischer Lösungen, z. B. von Silber in Salpetersäure, Verwendung.

Schalen werden aus Glas, Porzellan, Eisen, Kupfer, Zinn, Blei, Silber und Platin hergestellt.

Die Porzellanschalen haben entweder einen runden oder einen flachen Boden und auf der inneren oder auf beiden Seiten eine Glasur. Der Rand ist meist mit einem Ausgussschnabel versehen.

Die Abdampfschalen werden aus inländischem Porzellan,

Berliner Porzellan und Meissner Porzellan, Steingut etc. hergestellt und sind in ihren verschiedenen Formen durch Fig. 76 bis Fig. 79 repräsentirt.

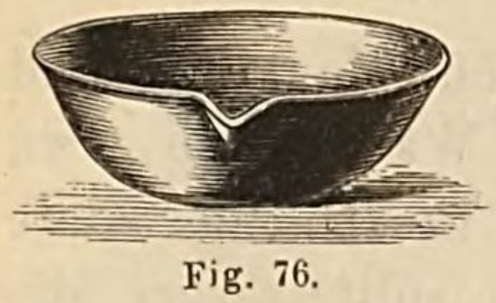


Fig. 76.

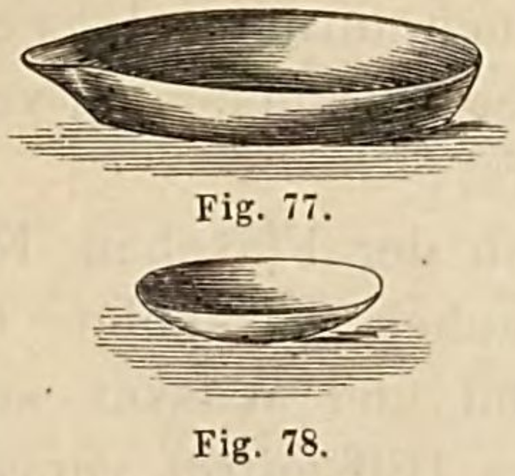


Fig. 77.

Fig. 78.

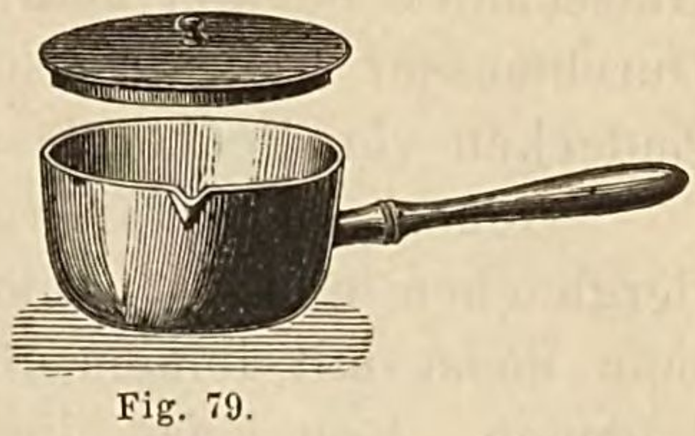


Fig. 79.

Die Schalen stellt man beim Erhitzen auf ein Eisenblech, Asbest, Drahtnetz etc.; dünnwandige Schalen können direct erhitzt werden. Stets aber bringe man sie an der Aussenseite vollständig trocken auf den Heizraum, erwärme sie allmählich und vermeide, dass der leere Theil der Schale zu heiss werde. Ferner vermeide man, dass sich während des Kochens feste Theile am Boden ansetzen, wodurch dieser eine Zeit lang ausser directer Berührung mit der Flüssigkeit kommt, sich überhitzt nnd dann, wenn der Bodensatz sich hebt oder aufgerührt wird, durch das Benetzen mit der minder heissen Flüssigkeit sich plötzlich abkühlt, wodurch sehr leicht ein Sprung entsteht. Ebenso ist nicht räthlich, eine kalte Flüssigkeit nachzugiessen oder die heisse Lösung aus der Schale zu entleeren, ohne sie vorher etwas abkühlen zu lassen.

Alkalische Flüssigkeiten wie Kalilauge, Natronlauge greifen beim Abdampfen die Glasur der Porzellanschalen an.

Zum Zudecken der Schalen sind die Trichter nach Professor V. Meyer, Fig. 80, als Schutz gegen Staub etc. sehr zu empfehlen; in dem nach unten umgebogenen Rande sammeln sich die condensirten Dämpfe, welche durch den seitlichen Tubus entfernt werden können.

Man kann Flüssigkeiten auch in runden Glaskolben mit weitem Halse vor Staub geschützt abdampfen. Der Kolben wird bis zu $^1/_3$ des Volumens mit Flüssigkeit gefüllt und dann so in das Wasserbad gestellt, dass der Hals horizontal liegt, und die entweichenden und im Halse condensirten Dämpfe nicht mehr in den Bauch des Kolbens zurückfliessen, sondern in ein Becherglas abtropfen; letzteres dient dem Kolbenhals gleichzeitig als Stütze.

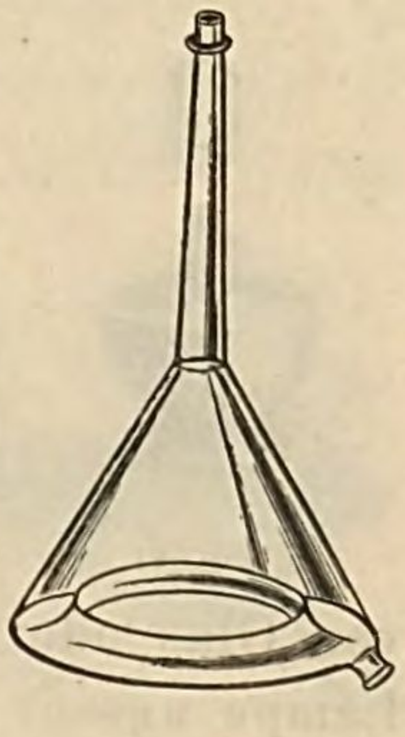


Fig. 80.

Glasschalen, welche ähnliche Form, wie die Porzellanschalen, Fig. 28, besitzen, dürfen nie über freiem Feuer erhitzt werden, man verwendet zum Erwärmen gewöhnlich ein Wasserbad. Die Glasschalen müssen langsam angewärmt werden. Statt der Glasschalen benützt man auch mitunter Uhrgläser von 4—16 cm Durchmesser. Die grösseren Uhrgläser verwendet man häufig zum Zudecken von Bechergläsern.

Genügt zum Reinigen der Flaschen, Kolben, Mensuren und dergleichen nicht ein einfaches Ausspülen mit Wasser, so wird man meist mit feinem Sand und Wasser sehr rasch zum Ziele kommen. Erst wenn dieses Hilfsmittel versagen sollte, wäre die Anwendung von Säuren oder Laugen zu empfehlen. Es ist selbstverständlich, dass man z. B. Flaschen, welche Mattlack oder Negativlacke enthielten, nicht mit Wasser ausspülen wird; hier wird heisse Lauge zu verwenden sein etc.

Ein guter Kitt für Glas und Porzellan wird bereitet aus 4 Th. Hausenblase, die man in schwachem Spiritus aufquellen lässt und darin durch Erwärmen löst; man setzt sodann $^1/_2$ Th. Gummi ammoniacum und $^1/_2$ Th. Gummi galbanum zu, ferner eine Auflösung von 2 Th. Mastix in schwachem Spiritus. Die Masse wird im Wasserbade erwärmt und auf die angewärmten Gegenstände aufgetragen.

Auch Käsequark mit gleichen Theilen Eiweiss und Kalk zusammengerieben, giebt einen brauchbaren Kitt für Porzellanschalen. Dieser Kitt erhärtet nach 24 Stunden.

Eiserne Schalen benützt man zum Entwässern von Soda, Pottasche; Silberschalen zum Abdampfen von Kali- oder Natronlauge; Platinschalen für quantitativ-analytische Zwecke.

2. Heiz- und Kochvorrichtungen.

Man unterscheidet a) Lampen für Weingeist, b) Oefen für Petroleum, c) Lampen für Ligroin und d) Brenner und Oefen für Gas.

a) Die Weingeist- oder Spirituslampen sind aus Glas, Messing oder Weissblech hergestellt. Bei der gewöhnlichen Spirituslampe, Fig. 81, steckt in der mittleren Oeffnung die Dochthülse und in dieser der aus Baumwollfäden bestehende, runde Docht, der bis auf den Boden der Lampe reicht. Auf den Docht passt luftdicht schliessend eine Kappe von Glas oder Metall, welche stets aufgesetzt sein soll, wenn die Lampe ausser Gebrauch ist, da sonst der Spiritus sehr rasch verdunstet. Fig. 82 zeigt eine Spirituslampe mit Messingfassung und

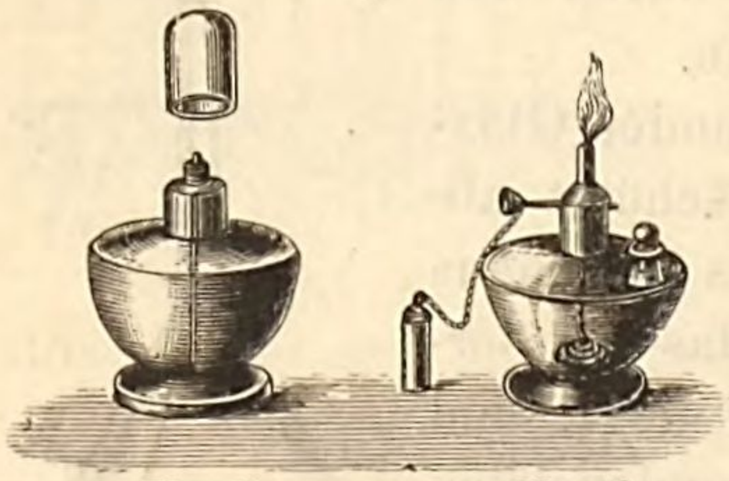


Fig. 81. Fig. 82.

Trieb, Fig. 83 eine cylindrische Lampe mit Stativ. Fig. 84 stellt eine Spirituslampe dar, welche zum Abdampfen grösserer Flüssigkeitsmengen gute Dienste leistet. In der mittleren Oeffnung, welche auch zum Einfüllen von Weingeist dient, befindet sich ein von einem Dochte umgebener hohler Metallcylinder, welcher innen ebenfalls einen Docht enthält und oben kleine Oeffnungen zeigt. Nach Entfernung der Kappe, Fig. 85, entzündet man den nur wenig aus der Oeffnung ragenden Docht; die Flamme steigt längs des Metallcylinders empor und entzündet am Ende desselben die dort austretenden Weingeistdämpfe. Je weiter der Docht herausragt, um so kräftiger ist die Flamme, so dass eventuell eine starke Erhitzung des Gefässes stattfinden kann; in dem Falle stellt man die Lampe in ein Gefäss und füllt letzteres allmählich mit

Fig. 83.

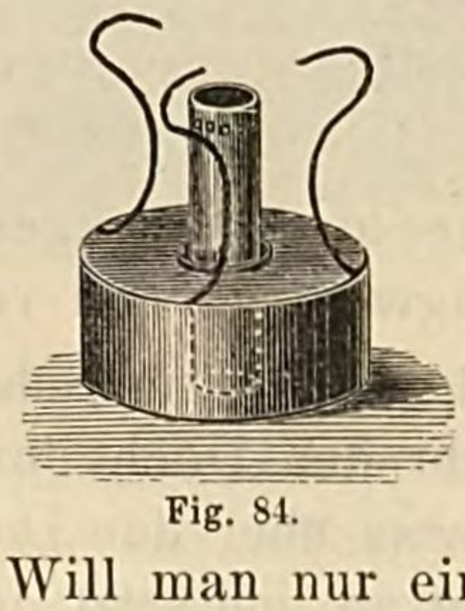


Fig. 84.

Fig. 85.

Fig. 86.

kaltem Wasser an. Will man nur eine kleine Flamme, so sperrt man die untere Flamme mittelst einer Klemme, Fig. 86, ab, so dass nur die kleinen Stich-Flämmchen am Ende des Metallcylinders brennen.

Es seien hier ferner erwähnt die Alkohol-Sauerstoff-Lampe nach Mitscherlich, die Decoct-Lampe aus starkem Messing mit drei Füssen, Sternring und Halter für den Rührer für grössere Koch- und Abdampfgefässe Fig. 87; die Lampe nach Fuchs mit constantem Niveau, welche auch bei langer Brenndauer eine Erhitzung des Alkohols vermeidet, Fig. 89; die Berzelius-Lampe Fig. 88.

Die Berzeliuslampe besteht aus einem Weingeist fassenden Behälter, *a*, dessen Boden durch eine Röhre mit dem Brenner, *b*, in Verbindung steht. Letzterer besteht aus 2 verschieden weiten Blechcylindern, welche unten durch einen Blechring verbunden sind. Zwischen

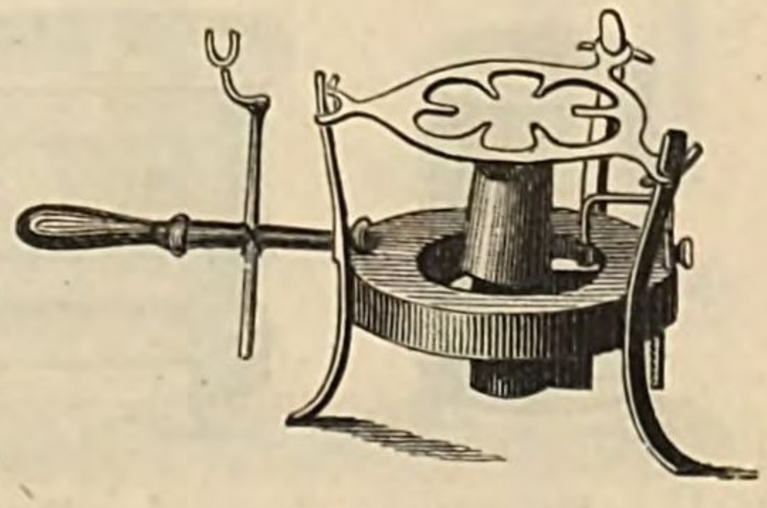


Fig. 87.

den beiden Cylindern befindet sich der cylindrische Baumwolldocht. Dieser ist an einen kurzen Cylinder festgebunden, welcher mittelst eines, in eine senkrechte Zahnstange eingreifenden Getriebes auf und nieder geschoben werden kann. Im Brenner *b* steht der Weingeist immer so hoch, als im Behälter *a*. Der Schornstein *c* ist mit dem äusseren Cylinder des Brenners in be-

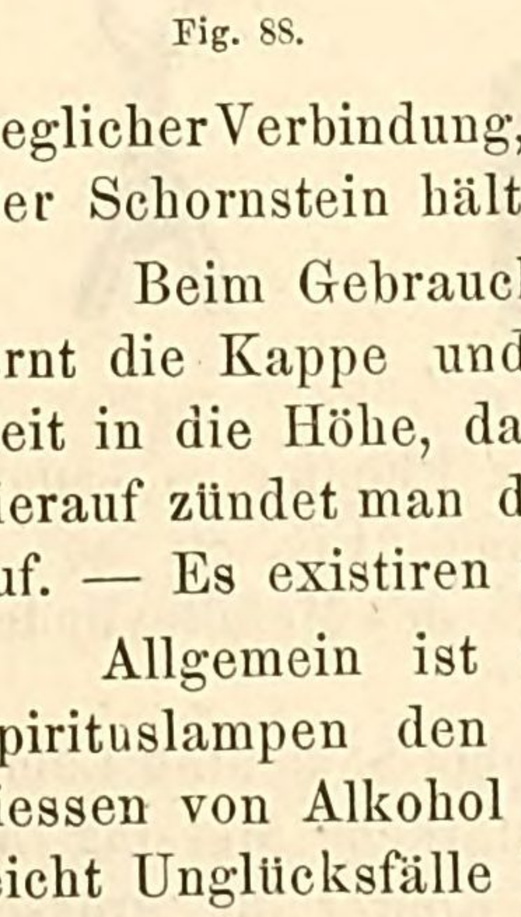


Fig. 88.

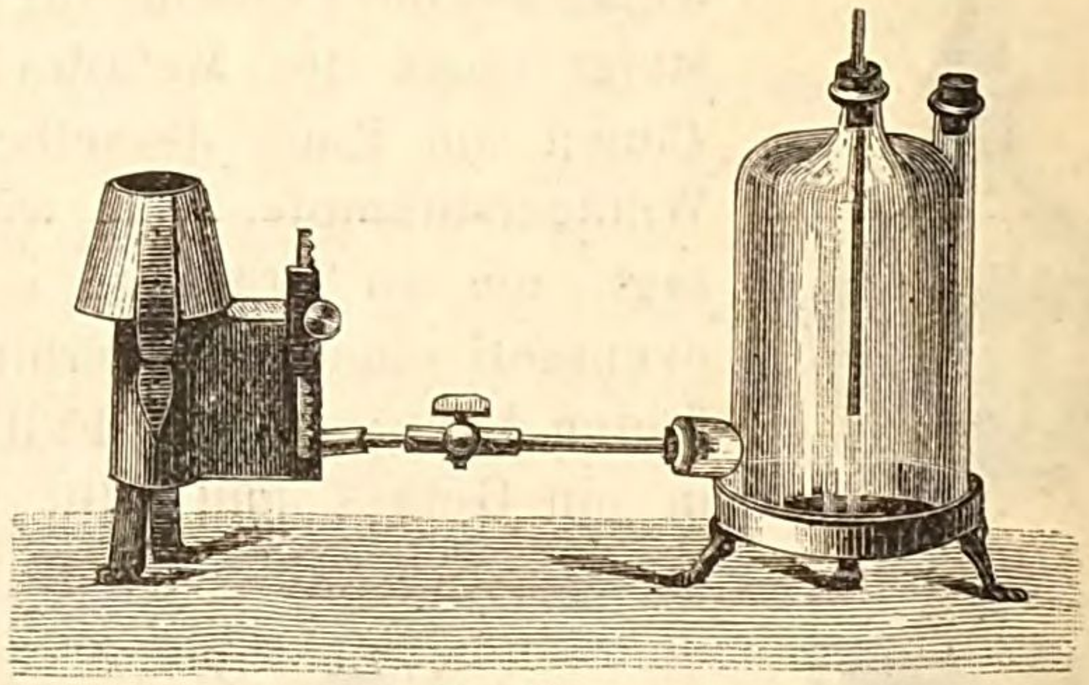


Fig. 89.

weglicher Verbindung, so dass er auch zurückgeschlagen werden kann. Der Schornstein hält den Zugwind ab und vermehrt den Luftzug.

Beim Gebrauche schlägt man den Schornstein zurück, entfernt die Kappe und schraubt den Docht durch Drehen bei *a* so weit in die Höhe, dass er etwas über den Dochtbehälter vorsteht; hierauf zündet man den Docht an und setzt den Schornstein wieder auf. — Es existiren mehrere Formen der Berzeliuslampen.

Allgemein ist zu merken, dass man nach Gebrauch der Spirituslampen den Verschluss aufsetzt; ferner dass ein Nachgiessen von Alkohol während des Brennens der Lampen sehr leicht Unglücksfälle herbeiführen kann.

Sehr hohe Hitzegrade erzeugt die Lampe nach H. St. Claire-Deville für Weingeist und Terpentinöl durch Verbrennung der Dämpfe derselben, gemischt mit einem Luftstrome.

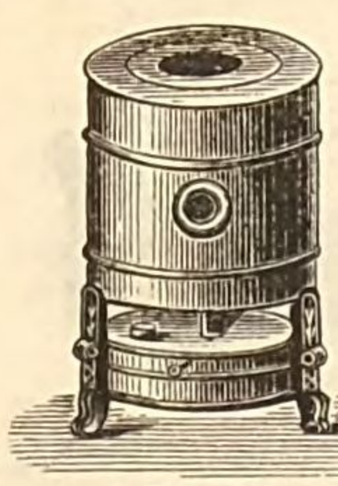


Fig. 90.

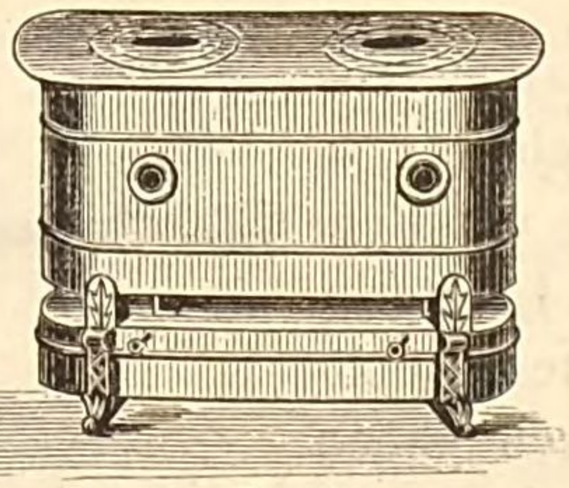


Fig. 91.

b) Die Petroleum-Oefen zeigen meist die Formen Fig. 90 und 91; sie bringen Wasser rasch zum Kochen, aber die Versicherung des geruchlosen Brennens fand ich nicht bestätigt.

c) Figur 92 zeigt eine Patent-Ligroin-Lampe. Diese Lampen dienen als Ersatz für die Bunsen-Gasflamme. Sie geben eine blau brennende, sehr heisse Flamme. Der Aufsatz, Fig. 93 und *b*, dient zum Ausbreiten der Flamme beim Erhitzen von grossen Gefässen.

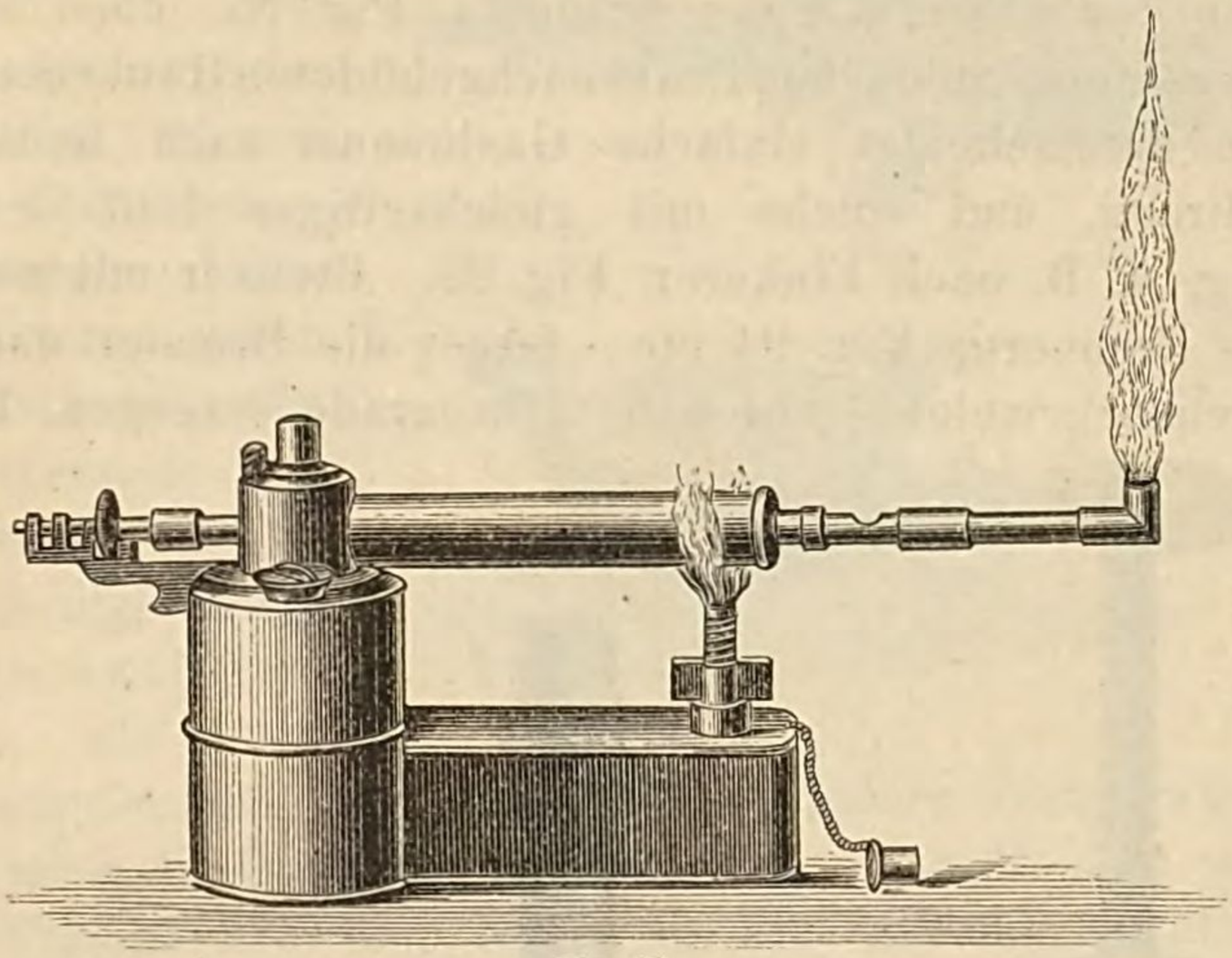


Fig. 92.

d) Brenner, Oefen und sonstige Vorrichtungen für Gas. Unter den verschiedenen Gasbrennern zeichnet sich der von Bunsen durch seine Einfachheit aus. Im Bunsenbrenner, Fig. 93 *a*, wird Leuchtgas mit Luft gemischt zur Verbrennung gebracht; man erhält eine nicht leuchtende, sehr heisse Flamme von rein blauer Farbe. Ist die Luftzufuhr am unteren Theile des Brenners, Fig. 93*a*, zu eng oder zu weit, so kann es vorkommen, dass die

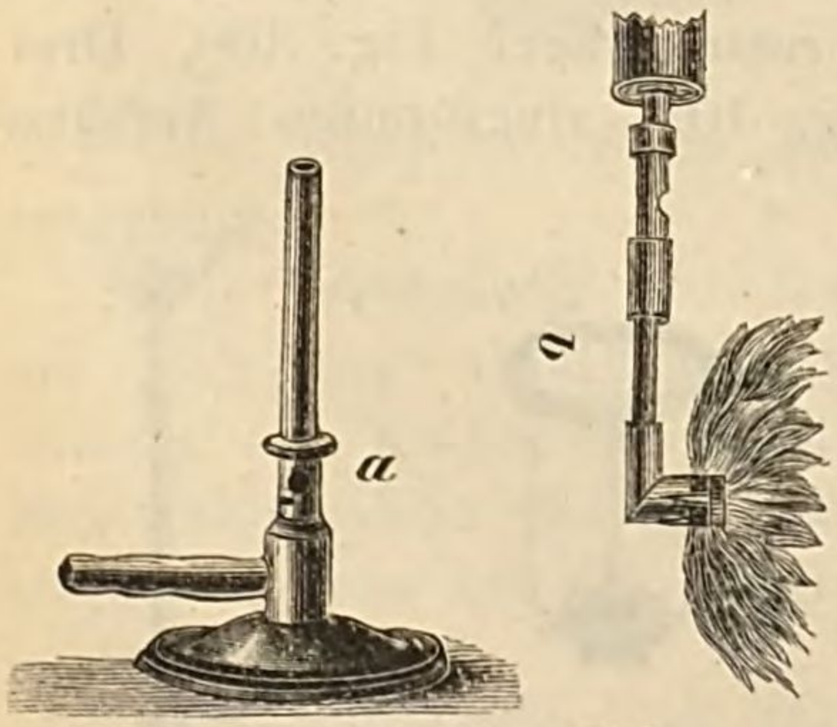


Fig. 93 *a* und *b*.

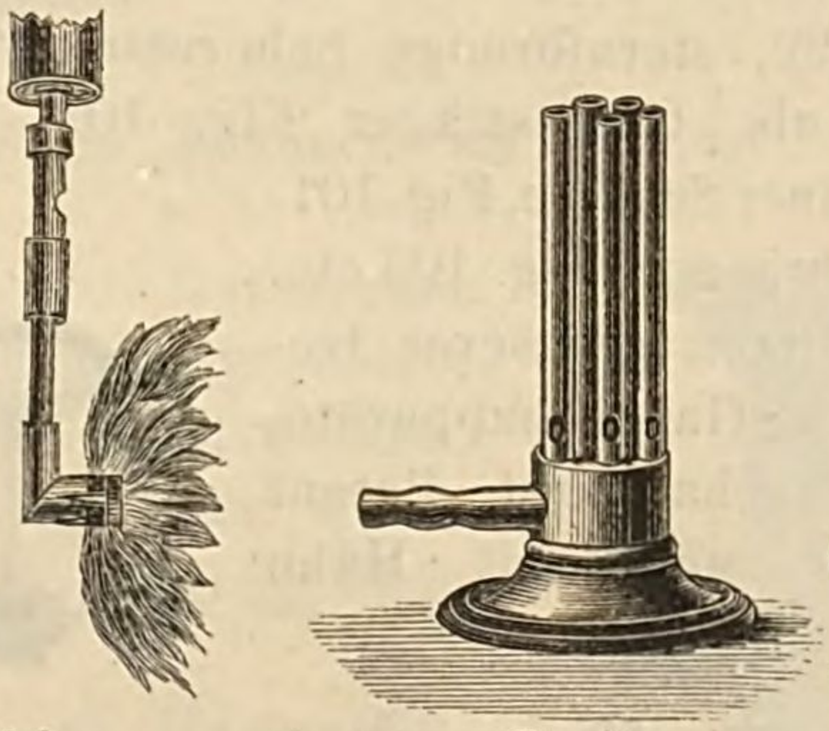


Fig. 94.

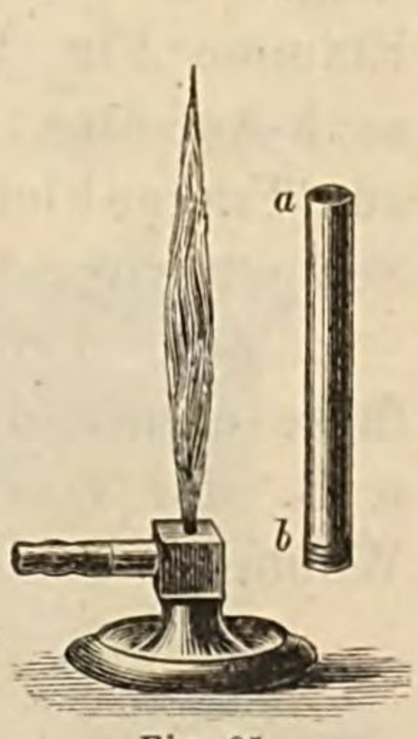


Fig. 95.

Flamme zurückschlägt und innerhalb des Gasrohres gleich an der Ausströmungsöffnung des Brenners brennt, Fig. 95. Man

wird zur Vermeidung dieses Uebelstandes die Luftzufuhr mittelst eines drehbaren Ringes Fig. 93 *a* nach Bedarf reguliren. Verschliesst man die Luftzufuhr gänzlich, so erhält man eine leuchtende und stark russende Flamme.

Das Zurückschlagen der Flamme lässt sich vermeiden, wenn man die Röhre *a b* des Brenners, Fig. 95, oben mit einem kleinen, aus einem Stückchen Draht nachgebildeten Häubchen bedeckt.

Man unterscheidet einfache Gasbrenner nach Bunsen, ohne Luftregulirung, und solche mit gleichzeitiger Luft- und Gasregulirung, z. B. nach Finkerer, Fig. 96. Brenner mit zwei, drei, vier, fünf Brennern, Fig. 94 etc., ferner die Brenner nach Maste (Silberbrenner), welche sehr hohe Hitzegrade erzeugen, Fig. 97.

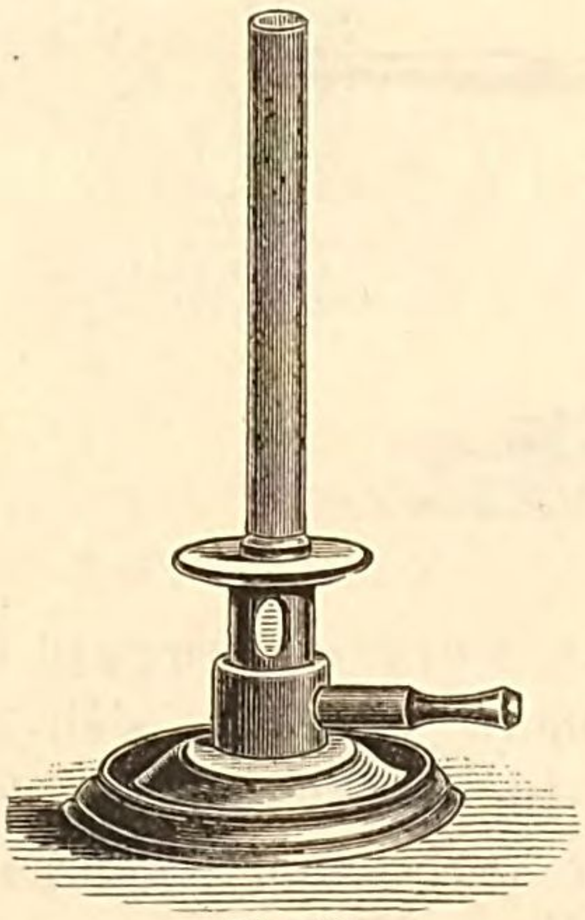


Fig. 96.

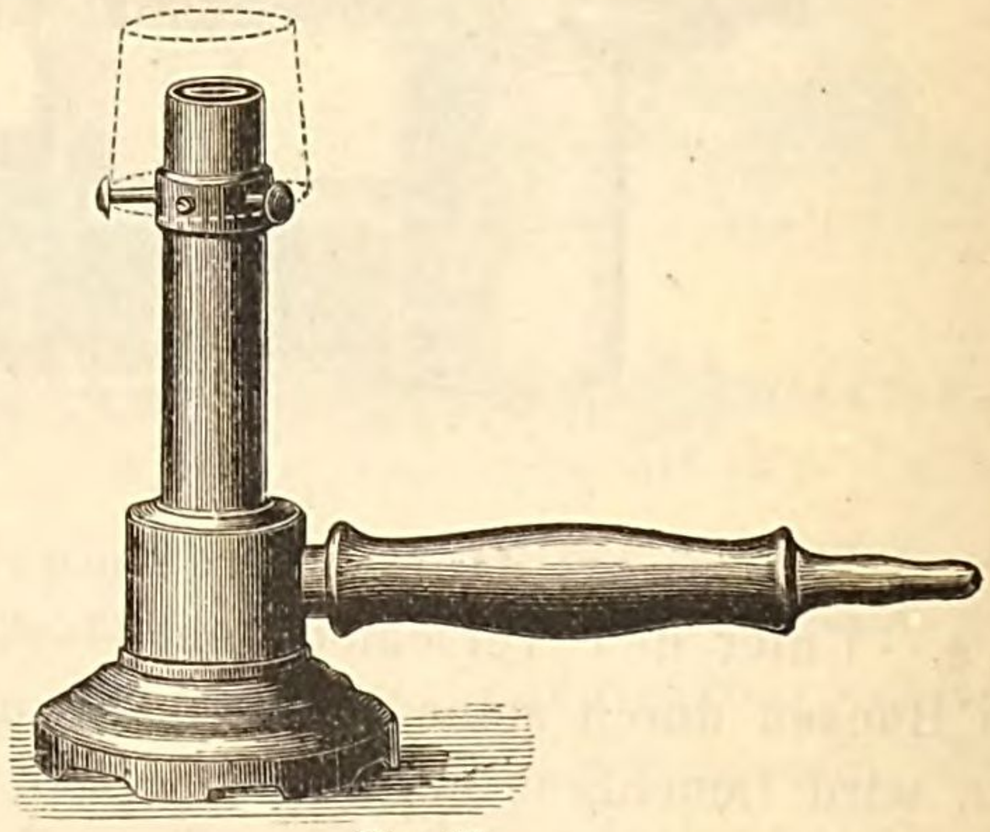


Fig. 97.

Zu dem Bunsenbrenner erhält man verschiedene Nebenbestandtheile und Aufsätze; z. B. Spaltbrenner zum Erzeugen länglicher Flammen Fig. 98, Kronenaufsätze zum Ausbreiten der Flamme Fig. 99, sternförmige Schornsteinträger Fig. 100, Dreizack-Aufsätze als Gefässträger Fig. 102, ringförmige Aufsätze zum Tragen kleiner Schalen, Fig. 101, Schmetterlingsbrenner, Fig. 103 etc.

Zum Erhitzen grösserer Gefässe dienen die Gaskochapparate, z. B. der Gaskochapparat, Patent Wobbe, ohne und mit Hahn

Fig. 101.

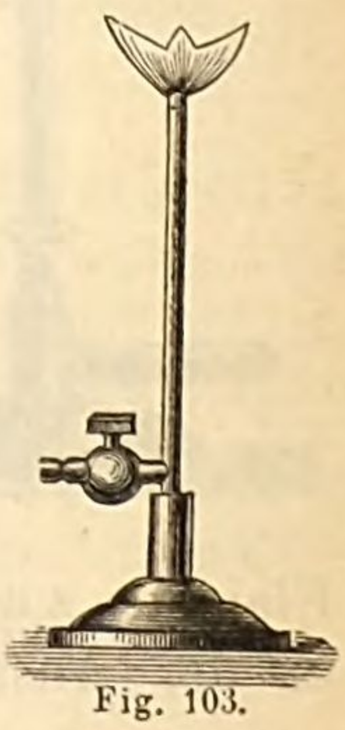


Fig. 103.

Fig. 98.

Fig. 99.

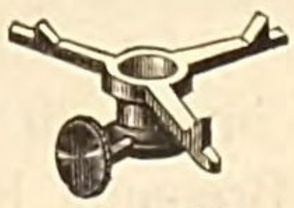


Fig. 100.

Fig. 102.

Fig. 104, (Réchauds à gaz); Regenerativ - Gaskochapparate, Fig. 105, (Réchaud régénérateur à gaz); bei diesem Brenner wird die Luft stark vorgewärmt, wodurch ein höherer Heizeffect erzielt wird; Gaskochöfen mit Blechmantel, concentrische Brenner aus zwei Ringbrennern bestehend, Fig. 106, und Gasöfen für niedere Temperaturen Figur 107; letztere geben die verschiedensten Temperaturgrade von der mässigsten Wärme bis zur Rothglühhitze und dienen sowohl zum Trocknen, als auch zum Abdampfen und Kochen. Für sehr niedere Temperaturen wird das Gas durch die Oeffnung *B* angezündet. Zum Kochen etc. zündet man die Flamme über dem Netze an, die vollkommen blau brennt und mittelst eines Gebläses durch das Rohr *C* noch verstärkt werden kann.

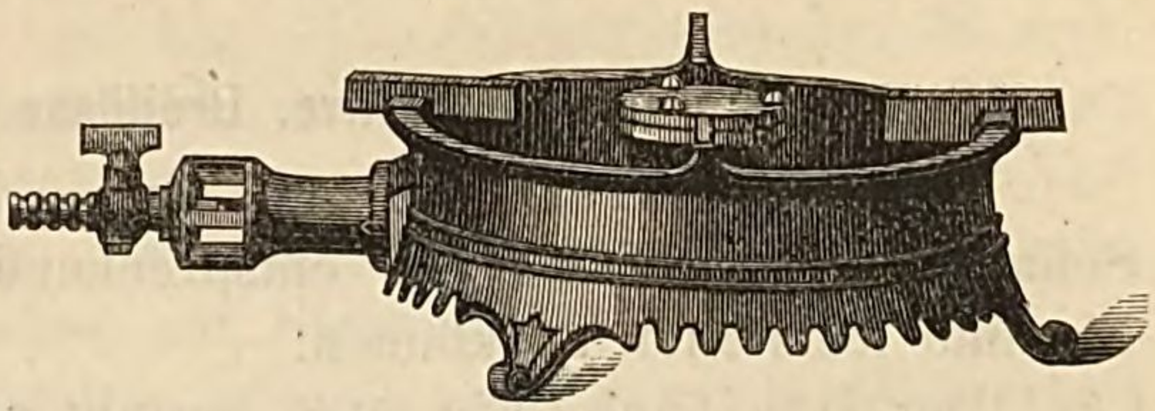


Fig. 104.

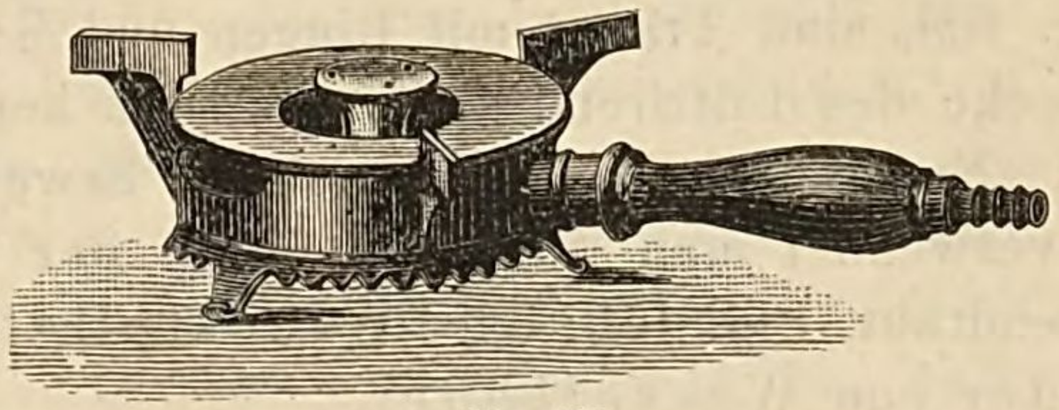


Fig. 105.

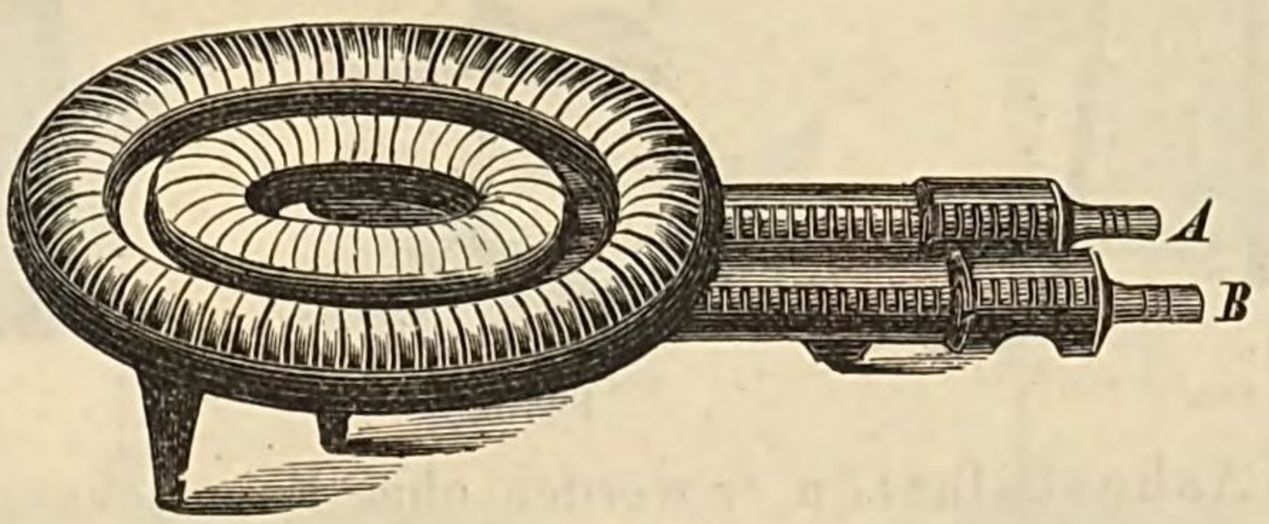


Fig. 106.

Die Gasschmelzöfen kommen an anderer Stelle zur Besprechung.

Die Verbindung der Gasbrenner etc. mit der Gasleitung geschieht mittelst der Kautschukschläuche. Man wählt solche von mittlerer Wandstärke, welche bei der Biegung nicht leicht einknicken.

Es giebt Sorten von Kautschukröhren, welche hart und steif werden. Durch vorsichtiges, gleichmässiges

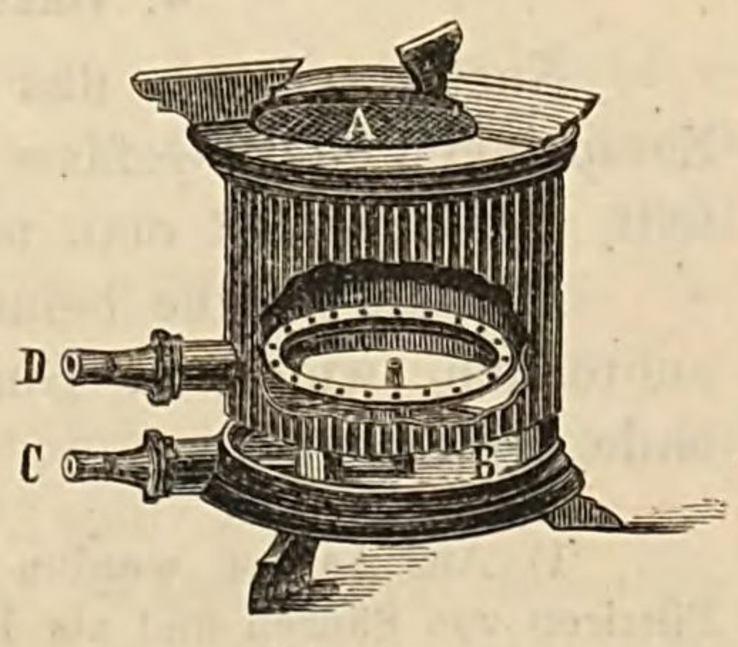


Fig. 107.

Ziehen kann dieser Fehler häufig wieder beseitigt werden. Mit der Zeit werden alle Röhren brüchig und undicht und müssen durch neue ersetzt werden.

3. Stative, Dreifüsse etc.

Stative, Dreifüsse etc. finden Verwendung, um Kolben, Schalen, Bechergläser in entsprechender Entfernung von der Flamme feststellen zu können.

Der Dreifuss, Fig. 108, besteht aus einem eisernen Ringe, an dessen Seite drei eiserne Füsse festgenietet sind. Die Stative, Fig. 109, sind Träger mit Ringen und Klemmen und werden zum Zwecke des Filtrirens auch aus Holz hergestellt.

Nachdem selten ein direktes Erwärmen Anwendung findet, so verwendet man zur Vertheilung der Wärme Drahtnetze aus Eisendraht, Fig. 110, oder Asbestplatten, Sandbäder, Luftbäder und Wasserbäder.

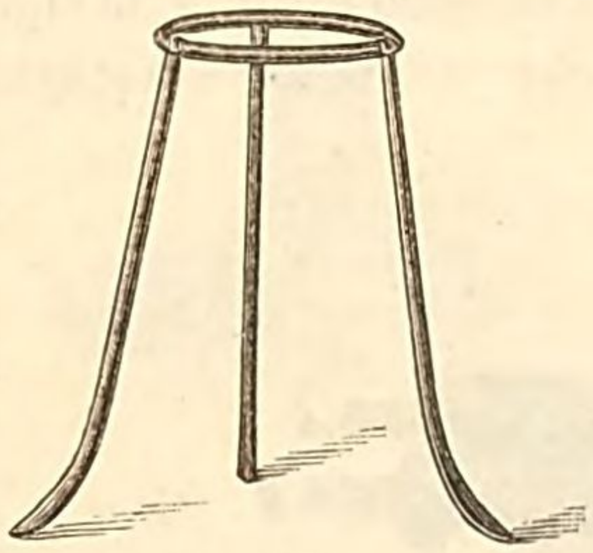


Fig. 108.

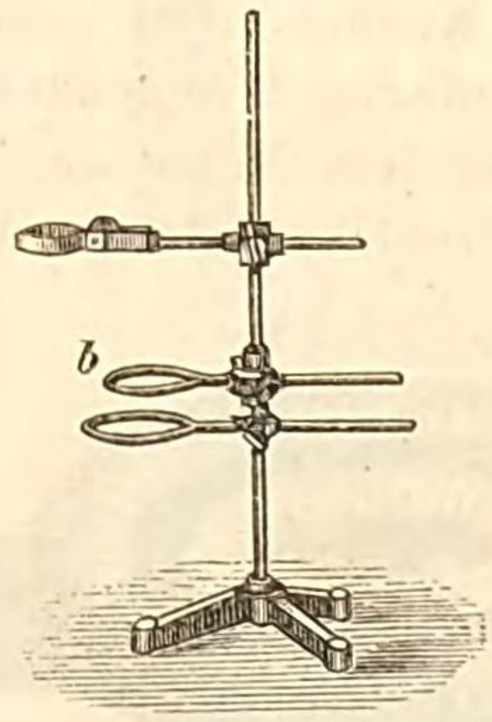


Fig. 109.

Fig. 110.

Die Asbestplatten,[1]) werden ohne Beimischung von Papier oder Holzstoff hergestellt.

4. Wasserbäder, Sandbäder etc.

Nachdem durch das Erhitzen über freiem Feuer sehr leicht ein Zerspringen der Gefässe oder Zersetzung der Substanzen eintritt, so verwendet man meist sogenannte Bäder.

Körper, welche beim Auflösen leicht am Boden des Gefässes anbrennen, wie z. B. Gummi, Gelatine etc., werden im Wasserbade erhitzt.

---

1) Aus Asbest werden auch tuchartige Gewebe hergestellt, die zum Filtriren von Säuren und als Presstücher Verwendung finden; ferner werden Asbest-Schalen und Asbest-Stöpsel etc. hergestellt.

Das in den Laboratorien gebräuchliche Wasserbad besteht aus einer kupfernen Schale mit einem runden Boden; die obere Oeffnung kann durch eingelegte Kupferringe nach Bedarf verkleinert werden, Fig. 111 und Fig. 112; billiger sind die Wasserbäder aus Stahlblech. Man hat darauf zu achten, dass das Wasser nicht vollständig verdunstet; es wurden daher mancherlei Vorrichtungen zur Erhaltung eines constanten Niveau's ersonnen. Fig. 113 zeigt ein Wasserbad mit Niveauhalter.

Es kann im Bedarfsfalle jedes Kochgefäss als Wasserbad benützt werden. Ich verwende häufig 2 in einander gesteckte Bechergläser, Fig. 114. In das kleinere Becherglas kommt die Substanz, z. B. Gelatine oder Gummi etc. mit Wasser, in das grössere Becherglas giebt man so viel Wasser, dass das kleinere Becherglas schwimmend erhalten wird. Hierauf erhitzt man das Wasser und stellt später die Flamme so klein, dass das kochende Wasser nicht übersteigt Gleichzeitig kann man die Auflösung auch noch durch Umrühren beschleunigen.

Fig. 111.

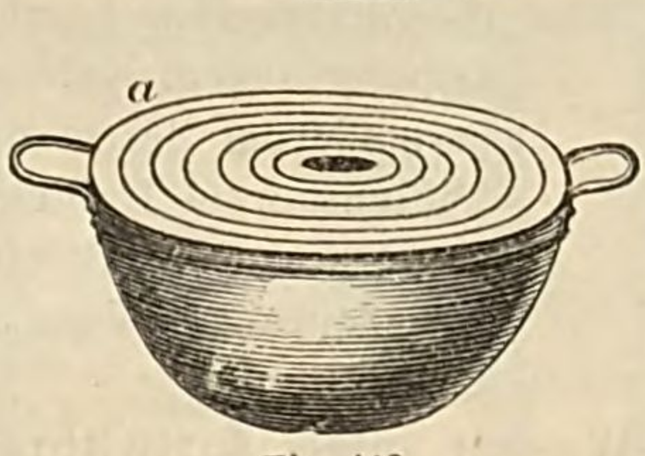


Fig. 112.

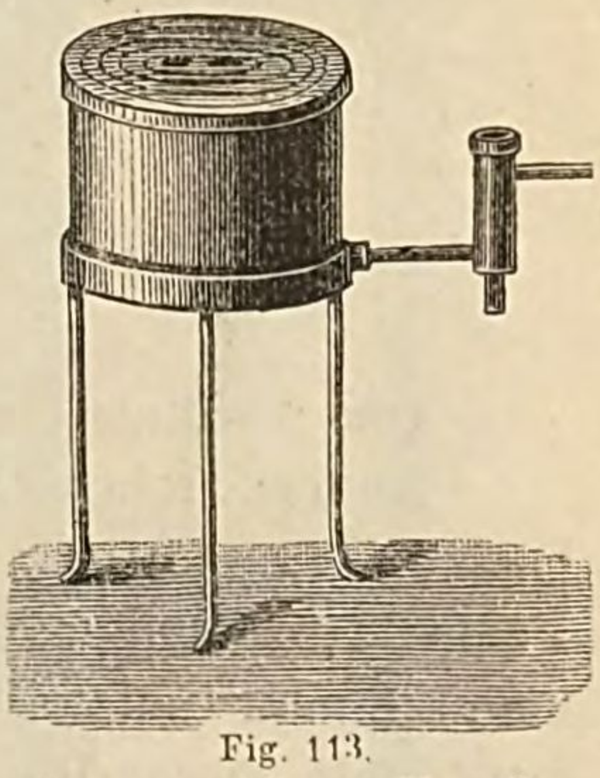


Fig. 113.

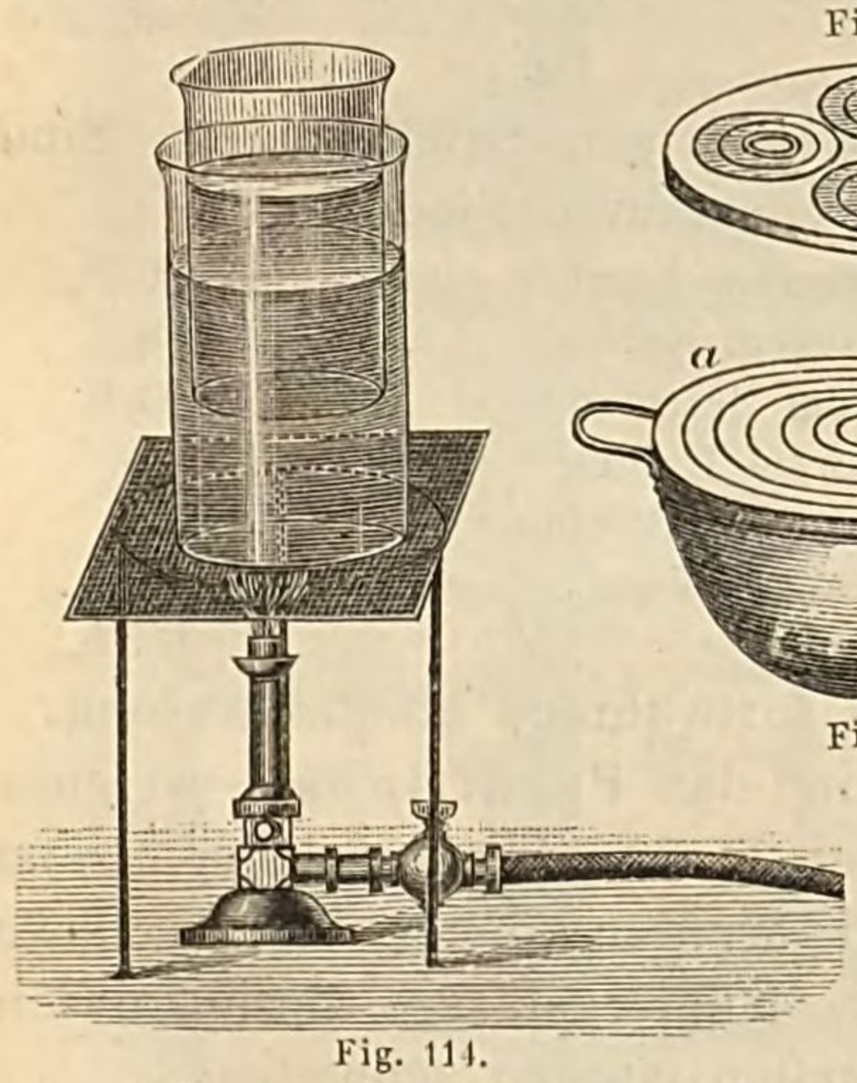


Fig. 114.

Verwendet man statt des äusseren Becherglases obiges Kupferbad, so giebt man am Boden des Gefässes ein Stück Tuch, damit das innen stehende Becherglas beim Kochen des Wassers nicht am Boden aufstösst und zerspringt. Die Ringe verhindern das Umfallen des Becherglases.

Zum Warmhalten von Emulsion während des Giessens ist das Wasserbad, Fig. 115 oder Fig. 116, sehr gut anwendbar.

Ihre Hauptverwendung finden die Wasserbäder zur Concentration und Verdampfung von Lösungen, welche dabei sehr

gleichmässig und sicher von statten geht, ohne dass man Verluste zu befürchten hätte, wie sie beim directen Verdampfen fast unvermeidlich sind; ferner ist es nicht nöthig, diese Art der Concentration oder Verdampfung beständig zu überwachen.

Die Wasserbäder dienen zum Erhitzen unter 100° C., da die abzudampfende Flüssigkeit, selbst wenn sie von wallendem Wasser umgeben ist, nie zum Sieden kommt.

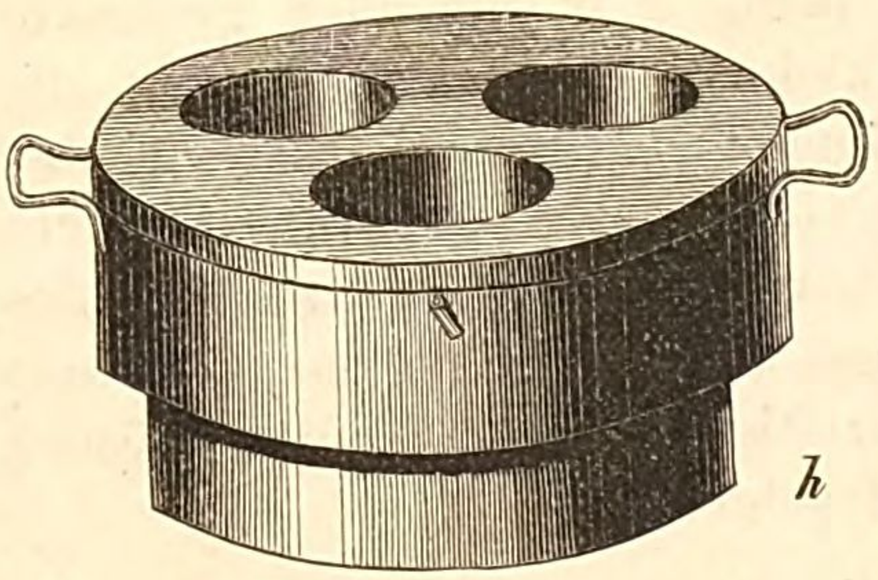


Fig. 115.

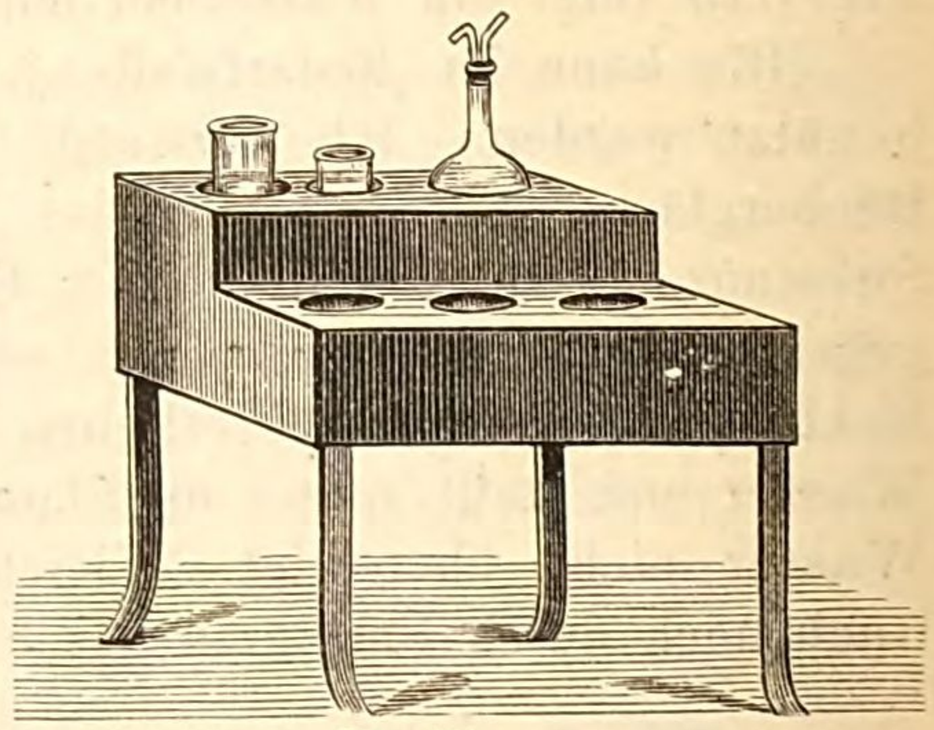


Fig. 116.

Für höhere Temperaturen verwendet man Salzlösungen. Sind diese gesättigt, so haben sie einen constanten Siedepunkt.

Eine gesättigte Lösung von phosphorsaurem Natrium siedet bei 106.6°,
„ „ „ „ salpetersaurem Kalium „ „ 116,
„ „ „ „ essigsaurem Natrium „ „ 124.4,
„ „ „ „ kohlensaurem Kalium „ „ 135,
„ „ „ „ salpetersaurem Calcium „ „ 151,
„ „ „ „ essigsaurem Kalium „ „ 169,
„ „ „ „ Chlorcalcium „ „ 179.5.

Das verdunstete Wasser muss fortwährend ersetzt werden.

Andere gebräuchliche Bäder sind das Paraffinbad, welches bis zu Temperaturen von 370°, und Oelbäder, welche bis zu Temperaturen über 300—400° benutzt werden können. Als Gefässe benutzt man solche aus Gusseisen; Kupfergefässe werden durch fette Oele angegriffen; gelöthete Stellen würden schmelzen.

Eine sehr häufige Verwendung finden die Sandbäder. Zur Herstellung von Sandbädern bringt man eine dünne Schichte feinen staubfreien Sand auf den Boden einer Eisenschale (Capelle). Das Gefäss wird in die Schale gestellt, und Sand ringsherum nachgefüllt. Der Sand nimmt die Wärme nur langsam an und giebt sie langsam ab; eine Regelung der Temperatur ist damit nicht leicht durchführbar und der Consum an Heizmaterial ziemlich gross.

Statt des Sandes kann man auch Eisenfeile oder Asbest verwenden.

Man kann einen Kolben auch ohne Benutzung von Sand etc. auf die Eisenschale stellen, welche aber nun derart gewählt werden muss, dass keine directe Berührung zwischen Eisen und Glasboden stattfindet; man hat dann die Wirkung eines Luftbades. Letztere Vorrichtung wendet man an, wenn die Erhitzung des Bodens genügt; soll aber der ganze Inhalt des Gefässes gleichmässig erhitzt werden, so verwendet man die Sandbäder, resp. Wasserbäder.

Nachdem bei chemischen Auflösungen häufig die entweichenden Gase sehr unliebsam bemerkbar werden, so wird man übelriechende Gase zur Ableitung bringen, und zwar je nach Umständen in den Schornstein oder in das Freie.

In chemischen Laboratorien benutzt man eigene Herde aus Eisen mit Verglasung, wie Fig. 117 zeigt. Der kleinere Raum zur

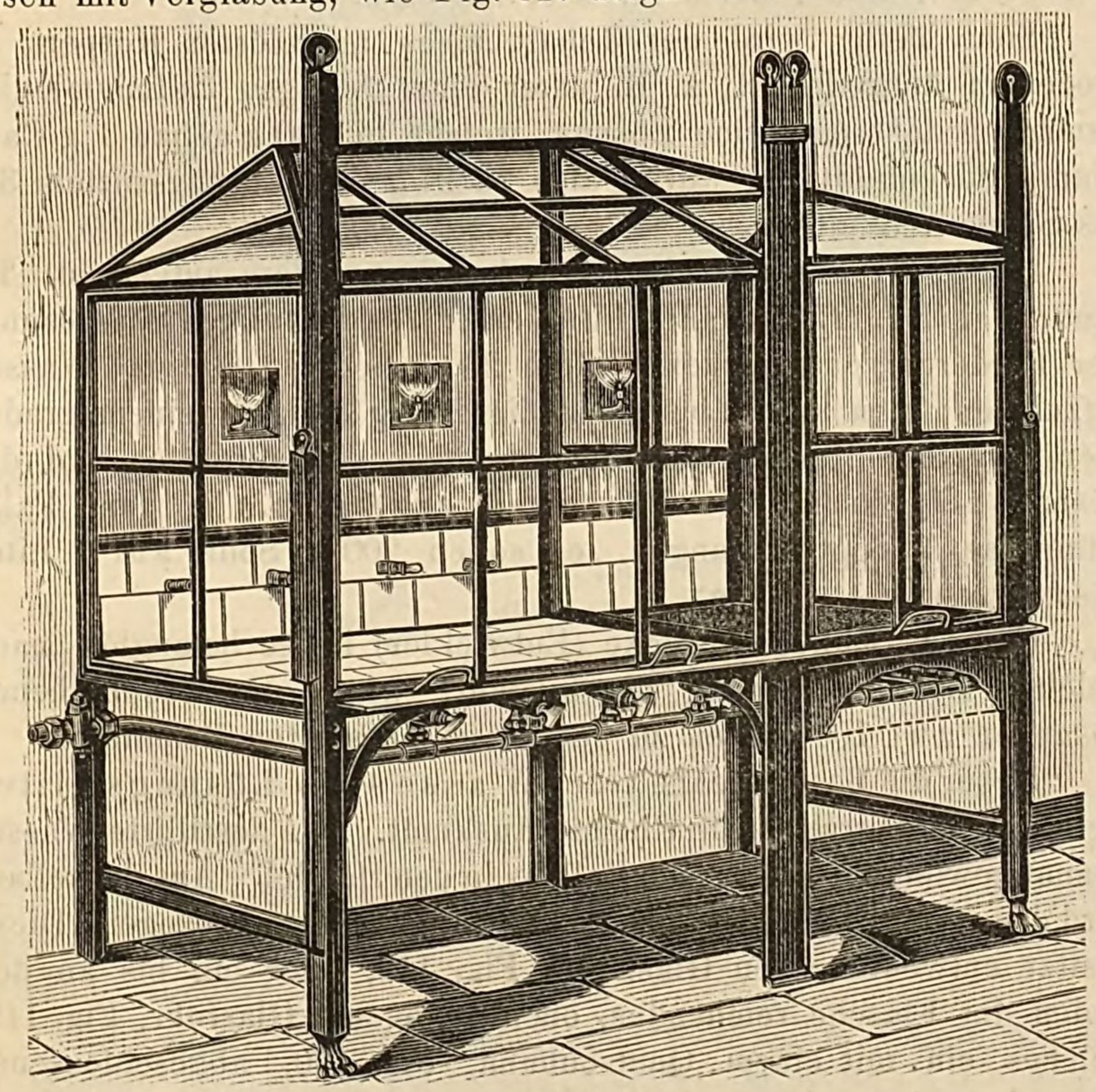


Fig. 117.

rechten Seite des Herdes ist ein Sandbad, welches beim Auflösen von Silber, Gold etc. Verwendung findet. In dem grösseren Raume

können alle Arbeiten, bei welchen übelriechende oder ungesunde Gase auftreten, durchgeführt werden.

c) Ueber die Durchführung einer Auflösung.

In folgendem findet die Durchführung einer Auflösung für verschiedene in der phot. Praxis gewöhnliche Fälle eingehendere Erörterung.

Ein Recept verlange z. B. eine Natri usulfitlösung 1:4; damit ist gesagt, dass je ein Gewichtstheil des Salzes in 4 Gewichtstheilen des Lösungsmittels, das ist hier Wasser, gelöst werden soll, 250 g Natriumsulfit werden also in einem Liter Wasser gelöst.

Hätte man z. B. 700 cm^3 der Lösung 1:4 herzustellen, so ergiebt sich die aufzulösende Menge des Salzes, indem man 700 dividirt durch 4 ($\frac{700}{4} = 175$). Es sind somit 175 g der Substanz in 4 $\asymp$ 175, also 700 cm^3 Wasser zu lösen.

Sehr häufig wird der Gehalt eines aufgelösten Körpers in Procenten ausgedrückt; z. B. unter einer 3 %igen Cadmiumjodidlösung versteht man eine Lösung, welche in 100 g genau 3 g Cadmiumjodid enthält; es wären also zu 97 g des Lösungsmittels 3 g des Salzes aufzulösen.

Häufig werden aber derartige Angaben anders aufgefasst. Es handelt sich z. B. um einen Liter einer 20procentigen Sodalösung. Der Forderung entsprechend wären 200 g Soda in 800 cm^3 Wasser aufzulösen; man kann aber auch die 200 g Soda in einem graduirten Glaskolben geben, das Salz in etwas Wasser lösen und die Lösung auf einen Liter Flüssigkeit ergänzen. In dem Falle sollte das Recept verlangen „es sollen 200 g Soda auf 1 Liter Lösung gebracht werden“.

Für gewöhnliche Zwecke (Entwickler) ist es belanglos, nach welcher Art die Lösung durchgeführt wird; die besprochenen Lösungen auf 100 führen zu den gleichmässigsten Resultaten.

Ueber die Beschaffenheit des Wasses als Lösungsmittel giebt die photographische Chemie Auskunft. Das destillirte Wasser kommt gewöhnlich in grossen Ballons in den Handel. Aus denselben wird das destillirte Wasser in eine grössere Flasche abgezogen. Diese besitzt entweder einen Glashahn, Fig. 118, oder ein bis an den Boden der Flasche reichendes, oben gebogenes Glasrohr, Fig. 119, welches ein mit einem Quetschhahn, Fig. 120, abgeschlossenes Kautschukrohr besitzt. Die Korke dürfen nicht vollständig schliessen oder sie müssen durchbohrt sein. Ein gebogenes Glasrohr schützt vor Staub. Durch Saugen am Kautschukrohr, bei

geöffnetem Quetschhahn, kommt das Wasser zum Ausfliessen. Nach dem Gebrauch kann man den Kautschukschlauch mittelst des Quetschhahnes an einem höher angebrachten Haken befestigen, um bei unvollständigem Verschlusse ein Abtropfen zu vermeiden.

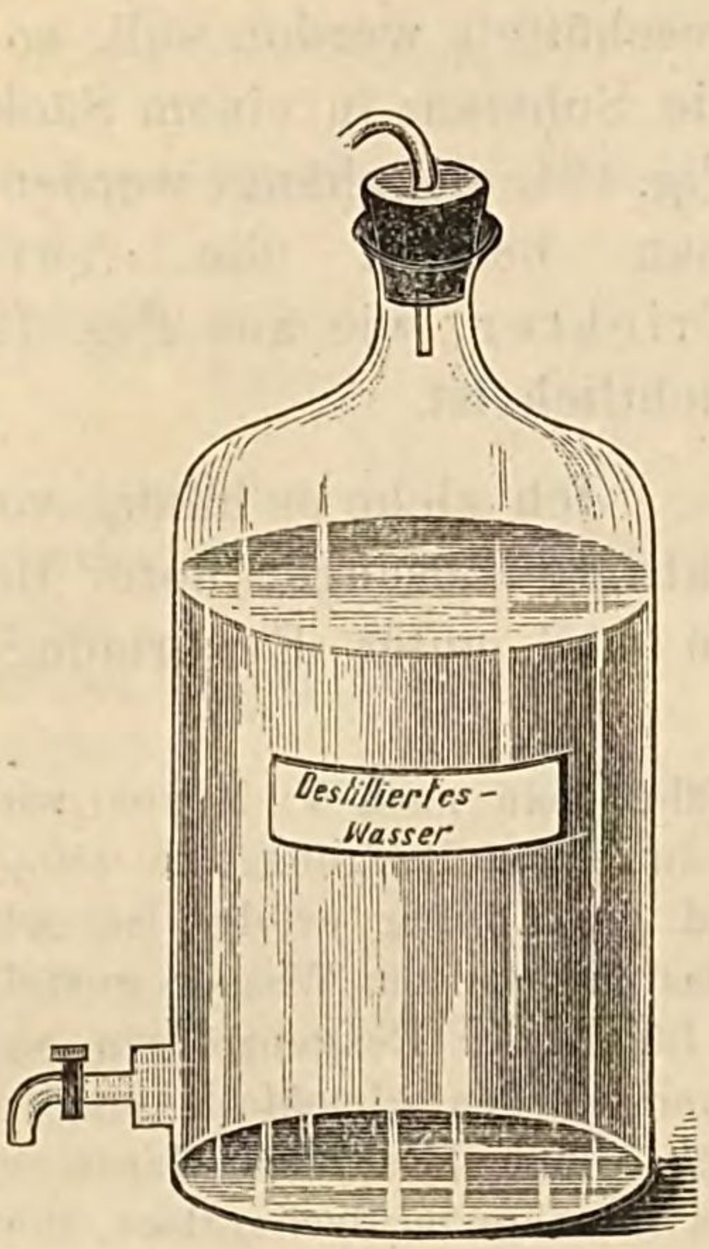


Fig. 118.

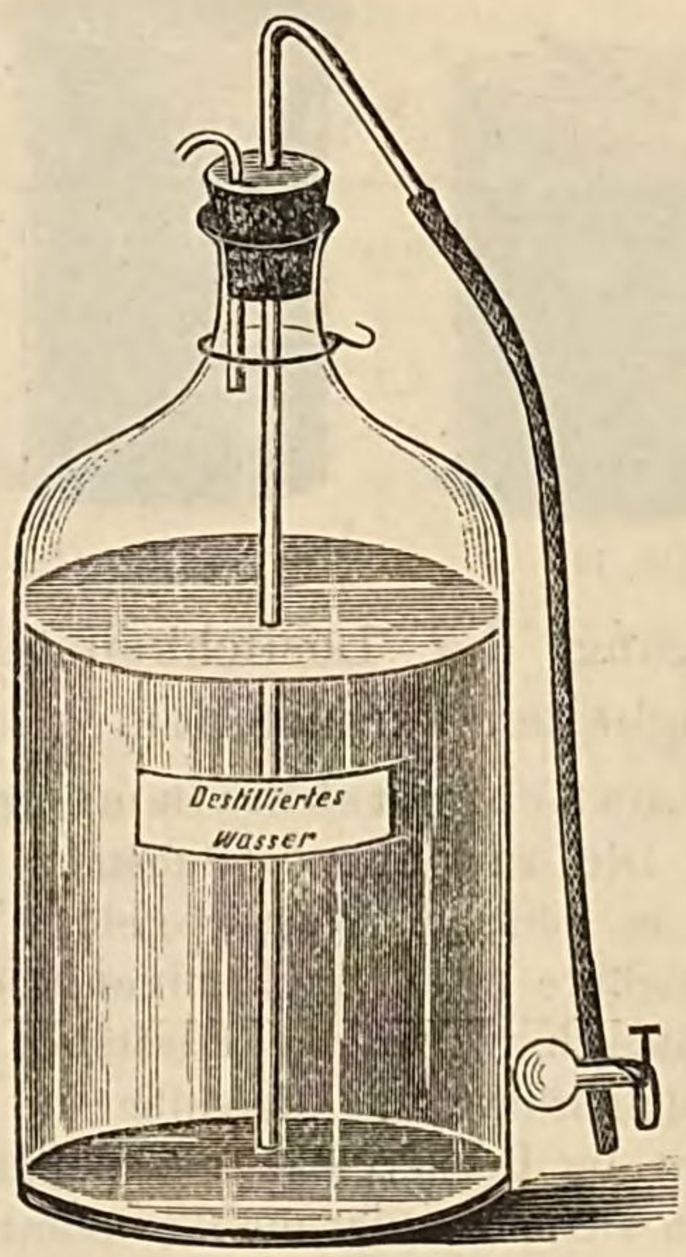


Fig. 119.

In der Photographie verwendet man mancherlei gesättigte Lösungen, z. B. gesättigte Alaun-, Eisenvitriol-, Kaliumoxalat-Lösungen etc.

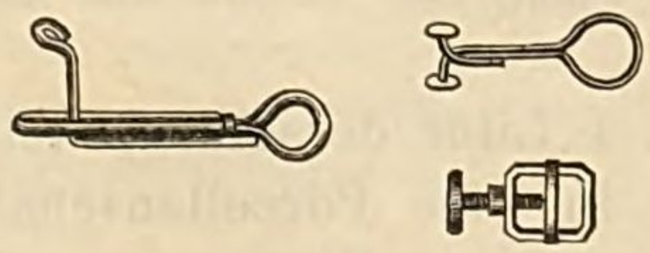


Fig. 120.

Wenn man die gesättigten Lösungen nicht sofort braucht, so ist deren Herstellung sehr einfach; man schüttet eine grössere Menge des Salzes in eine Flasche und übergiesst es mit Wasser; sodann lässt man die Flasche stehen und schüttelt von Zeit zu Zeit, damit die am Boden der Flasche sich bildenden concentrirten oder gesättigten Schichten der Lösungen vertheilt werden und das noch ungesättigte Lösungsmittel zur Einwirkung kommt.

Soll eine Auflösung beschleunigt werden, so müssen die eine Auflösung fördernden Umstände berücksichtigt werden. Hierher gehört ausser dem Umrühren oder Schütteln der Masse, dass selbe vorher entsprechend zerkleinert und die Flüssigkeit erwärmt werde.

Bei der Auflösung der Salze wird stets Wärme verbraucht oder latent, ähnlich wie beim Schmelzen der Körper; diese Wärme wird der Flüssigkeit entzogen, daher mitunter, wie z. B. beim Auflösen des Fixirsalzes, bedeutende Temperaturveränderungen bemerkbar sind.

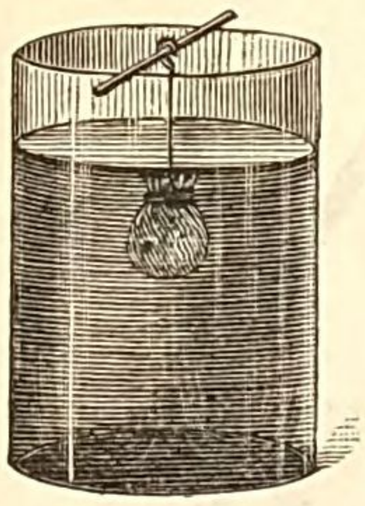


Fig. 121.

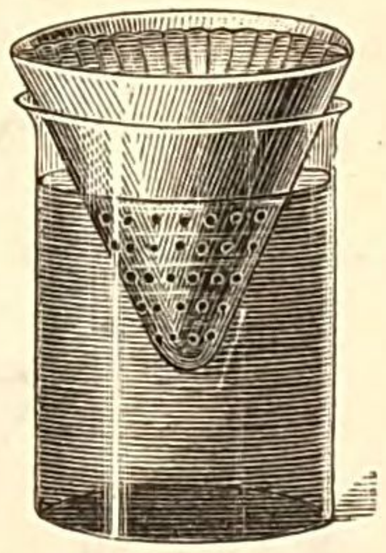


Fig. 122.

Wenn die Flüssigkeit nicht geschüttelt werden soll, so kann die Substanz in einem Säckchen, Fig. 121, eingehängt werden, oder man benützt die Auflöse-Trichter, wie aus Fig. 122 ersichtlich ist.

Ich ziehe es häufig vor, gesättigte Lösungen unter Berücksichtigung der Löslichkeitstabellen und unter Erwärmung der Flüssigkeiten herzustellen.

Löslichkeitsbestimmungen führt man nach V. Meyer wie folgt durch. Die zu prüfende Substanz wird in einem Reagensglase (50—60 cm Inhalt) in heissem Wasser gelöst, sobald die Lösung erfolgt ist, wird die Reagensröhre in ein geräumiges Becherglas mit kaltem Wasser gestellt und nun mit scharfkantigen Glasstäben der Inhalt der Reagensröhren so lange heftig umgerührt, bis derselbe die Temperatur des gleichfalls umgerührten Wassers im Becherglase angenommen hat. Man lässt das Ganze etwa 2 Stunden stehen, notirt die Temperatur des Wassers im Becherglase, rührt den Inhalt des Reagensrohres nochmals heftig um, filtrirt dann ein entsprechendes Quantum durch ein trocknes Faltenfilter in einen gewogenen Tiegel; wiegt nun mit der Flüssigkeit, verdampft letzteres und wiegt abermals und man erfährt die aufgelöste Menge der Substanz in einem bestimmten Gewichte des Lösungsmittels.

Ueber die Löslichkeit der Harze wurde von Valenta eine vorzügliche Tabelle zusammengestellt, (Eder's Jahrbuch I. Theil), auf welche hier aufmerksam gemacht wird.

Eine concentrirte Alaunlösung, z. B. 1 Liter derselben, stellt man rasch her, indem man 154 Theile in eine Porcellanschale oder in ein Becherglas giebt und mit etwas Wasser, z. B. 200 cm, erhitzt. Die restlichen 800 cm^3 Wasser giebt man in die Aufbewahrungsflasche für die Alaunlösung. Die abgewogene Menge Alaun wird sich beim Erhitzen und unter Umrühren sehr bald lösen. Hierauf giesst man diese Lösung zu den 800 cm Wasser in die Flasche. Ein Springen der Flasche ist nicht zu befürchten.

Auf diese Art erhält man rasch und sicher irgend eine concentrirte Lösung, während man nach der ersteren Methode den Zeitpunkt der Sättigung nicht kennt und erst mittelst Aräometer Prüfungen

anstellen muss, um zu wissen, ob der Sättigungspunkt schon erreicht sei.[1])

Tabelle für die Löslichkeit einiger photographisch wichtiger Chemikalien.

Name der Substanz.	Wasser von		Alkohol
	15° C.	100° C.	15° C.
Alaun (Kali-Alaun)	6.5	0.3	—
Blutaugensalz, gelbes	4	1	—
„ rothes	2.5	1.2	—
Borax	14	0.5	—
Bromammonium	1.5	0.7	32
Calciumsulfat, Gips	400	460	—
Chromalaun	10.5	2	—
Chromsaures Kalium, 2fach . .	10	1.2	—
Citronensäure	0.75	0.6	löslich
Eisenchlorid	0.6	s. lösl.	löslich
Eisenvitriol	1.5	0.3	—
Gallussäure	100	3	löslich
Kaliumcarbonat	0.9	s. l. lösl	—
Kaliumpermanganat	15	s. l. lösl.	zers. sich
Natrium, essigsaures	3	0.5	lösl.
Natriumcarbonat	1	0.3	—
Natriumbicarbonat	10	zers. sich	—
Natriumsulfat	2	2.5	—
Natriumsulfit	4	1	—
Natriumhyposulfit, Fixirsalz . .	2	0.4	—
Oxalsäure	10	0.2	lösl.
Oxalsaures Kalium	3	l. lösl.	—
Pyrogallol	2	s. l. l.	s. l. l.
Quecksilberchlorid	14	2	3
Silber, essigsaures	100	l. l.	—
Silber, salpetersaures . . .	0.8	s. l. l.	25
Silber, schwefelsaures	200	68	—
Tannin	58	l.	s. l. l.
Uran, salpetersaures	0.5	l. l.	0.3
Zinnsalz	1	l. l.	—

In folgender Weise können Entwickler angesetzt werden. Als Beispiel diene die Herstellung eines Pyrogallol-Entwicklers.

Der gewöhnliche Pyro-Soda-Entwickler ist wie folgt zusammengesetzt:

---

[1]) Aus Tabellen entnimmt man die dem sp. G. der Flüssigkeit entsprechende gelöste Salzmenge.

Lösung A.	Lösung B.
100 g Natriumsulfit,	50 g Soda,
14 g Pyrogallol,	500 cm³ Wasser. [1])
5—10 Tropfen Schwefelsäure,	
500 cm Wasser.	

Die Herstellung der Lösung kann wie folgt durchgeführt werden: Die 100 g Natriumsulfit giebt man in ein Becherglas, dazu etwa 150 cm³ Wasser und erhitzt unter Umrühren; während dem säuert man mit Hilfe einer Tropfvorrichtung den Rest des Wassers, (350 cm³), mit 10 Tropfen Schwefelsäure[2]) an und giesst sodann die Natriumsulfitlösung zu. Die Pyrogallussäure lässt sich schwer in eine Halsflasche einfüllen, man übergiesst sie in einem Becherglase mit einem Theil der Sulfitlösung und vereint diese mit der Hauptlösung. Aehnlich löst man die Soda.

Häufig hat man von einer Substanz nur wenige Gramme als Zusatz zu einer Lösung in Verwendung zu bringen; es empfiehlt sich, diesen Zusatz zuerst in wenig Wasser oder einem anderen Lösungsmittel in der Eprouvette aufzulösen, Fig. 123, z. B. Citronensäure in Wasser; Silbernitrat in Alkohol, und dann erst der Hauptlösung zuzufügen.

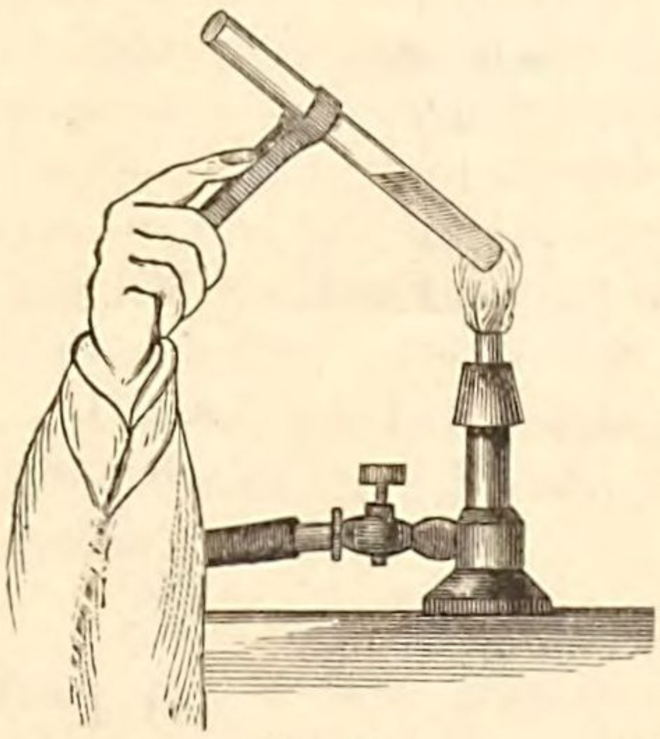


Fig. 123.

Harze oder andere Stoffe, welche sich im Lösungsmittel zusammenballen und am Boden der Flasche festsetzen, pflegt man mit Glasstücken zu mengen und öfters zu schütteln. Die Glasstücke sollen nicht zu scharfkantig und zu gross sein, damit beim Schütteln die Flasche nicht einen Sprung erhält.

Sehr rasch erreicht man die Lösung, wenn man den 90—96 procentigen Alkohol in einem Kolben vorsichtig erwärmt und das pulverisirte Harz partienweise einträgt und schüttelt.

Aetherische Harzlösungen erhält man sofort, wenn man das pulverisirte Harz zum Aether giebt und schüttelt, ohne zu er-

---

[1]) Für den Gebrauch mischt man: 20 cm³ A mit 20 cm B und 20 cm³ Wasser.

[2]) Verfasser hat nachgewiesen, dass zur vollständigen Neutralisation bedeutend grössere Mengen einer Säure nothwendig sind. Das von ihm publicirte Recept über Pyro-Entwickler (Phot. Correspondenz 1889) giebt Lösungen von ausserordentlicher Haltbarkeit.

wärmen. Geht man anders vor, so wird sich das Harz am Flaschenboden festsetzen und die Lösung mehr Zeit beanspruchen.

Hier sei noch erwähnt, dass im Falle eine ätherische Lösung erwärmt werden soll, man zuerst das Wasserbad erhitzt und erst nachdem die Flamme entfernt wurde, die Flasche mit Aether in das Wasserbad bringt; denn die schweren Aetherdämpfe, welche aus der Flasche entweichen, sinken zu Boden und würden sich an der Flamme entzünden.

d) Aufbewahren der Lösungen und fester Stoffe.

Das Aufbewahren der Lösungen geschieht stets in gut verschliessbaren Flaschen. Die festen Stoffe werden, wenn sie an der Luft Veränderungen erleiden, in Pulvergläsern, Fig. 124, verschlossen.

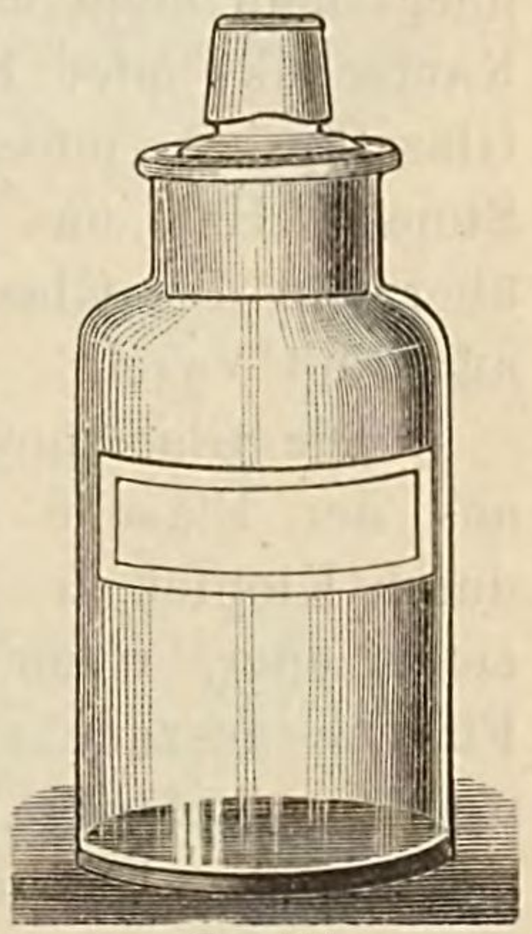


Fig. 124.

Die Flaschen existiren in verschiedenen Qualitäten, Formen und Grössen, Fig. 125—128.

Bei Flaschen mit Griffstöpsel achte man darauf, dass selber gut eingeschliffen ist und wirklich einen luftdichten Abschluss gestattet. Schlecht schliessende Stöpsel schleift man nass mit Feuerstein oder Schmirgel nach, indem man sie solange hin und her dreht, bis der Verschluss entspricht. Ein blosses Drehen genügt nicht, der Stöpsel muss nach jeder Drehung ein wenig gelüftet werden, wobei er eine schiebende Bewegung erhält.

Die Reagentienflaschen mit flachem Deckelstöpsel, Fig. 127, sind für den Tagesgebrauch nicht genügend bequem. Fig. 128 stellt eine Flasche mit aufgeschliffenen, oben flachen Klappen für Säuren und flüchtige Substanzen wie z. B. Ammoniak dar.

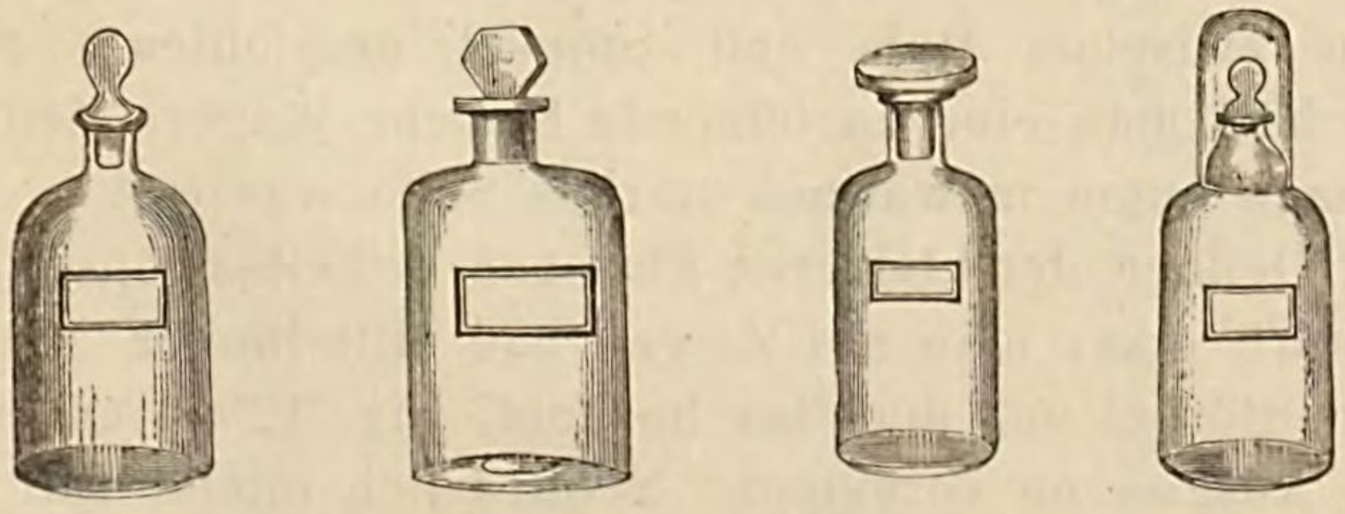


Fig. 125. Fig. 126. Fig. 127. Fig. 128.

Jede Flasche soll die Bezeichnung ihres Inhaltes tragen. Bei kurzem, nur vorübergehendem Gebrauche einer Flüssigkeit genügt

es, den Inhalt der Flasche einfach mit Schreibtinte auf dem Glase zu bezeichnen. Andernfalls beschreibt man die Flasche mit einer für diese Zwecke käuflich erhältlichen Mattätztinte, oder man bedient sich der Papierschilder oder Vignetten. Man klebt die beschriebenen Vignetten mit Gummi auf, reibt sie nach dem völligen Trocknen mit Paraffin ein und glättet sie mit einem Falzbein. Die Papierschilder können auch, wenn sie nicht mit Tinte beschrieben sind, mit einem Damar- oder Copallack überzogen werden. In dem Falle werden sie zuerst mit Stärkekleister überstrichen und gut getrocknet, damit der Lack nicht in das Papier eindringt und dieses transparent macht.

Flaschen, welche Laugen oder kohlensaure Alkalien enthalten, pflegt man nicht mit Glasstöpseln zu verschliessen und sind hier Kautschuk- oder Korkstöpsel vorzuziehen. Bei Verwendung von Glasstöpseln müssen in dem Falle vor jedem Einsetzen des Stöpsels Hals und Stöpsel sorgfältig getrocknet werden, oder man überzieht den Glasstöpsel mit einer dünnen Schicht Paraffin oder auch mit Vaselin.

Die Glasstöpsel sitzen mitunter so fest, dass sie nicht leicht aus der Flasche gebracht werden können. Man versucht nun durch Klopfen an der Kante des Stöpsels eine Lockerung zu erzielen oder, wenn dies nicht genügt, sucht man den Hals der Flasche auszudehnen. Dies geschieht derart, dass man Spagat irgendwo befestigt, das andere Ende mit der Hand fasst, und einmal um den Flaschenhals schlingt, sodann die Flasche bei straffer Spannung des Spagates rasch hin und her bewegt.

Eine andere Methode besteht darin, dass man den Flaschenhals in eine Flamme hält und die Flasche rasch dreht, wobei jedoch eine Berührung der heissen Stelle durch den Inhalt der Flasche sorgfältig vermieden werden muss. Zum Entfernen festsitzender Glasstöpsel wird auch das Aufgiessen einiger Tropfen Petroleum zwischen Hals und Stöpsel empfohlen. Nach Dr. Schnauss hält man eine zu öffnende Flasche längere Zeit mit dem Stöpsel nach unten in warmes starkes Seifenwasser.

Das Oeffnen der kleineren Flaschen mit Glasstöpsel geschieht meist derart, dass man mit Zeige- und Mittelfinger der rechten Hand den Stöpsel aus der Flasche hebt, Fig. 129 *a*, und nach Fig. 129 *b* das Ausgiessen vornimmt. Schliesslich nimmt man mit dem Glasstöpsel den letzten Tropfen der Flüssigkeit von der Flasche weg, damit selber nicht ausserhalb der Flasche abfliesst und, wie dies bei Schwefelsäure, Salpetersäure etc. der Fall ist, die Unterlage zerstört.

Die zu verwendenden Korkstöpsel sollen cylinderisch geformt und nicht zu porös sein. Man wähle stets weiche feinporige Korke, die keine harten Stellen oder Höhlungen und Querporen haben. Fig. 129*c* zeigt einen guten, Fig. 129*d* einen schlechten Kork.

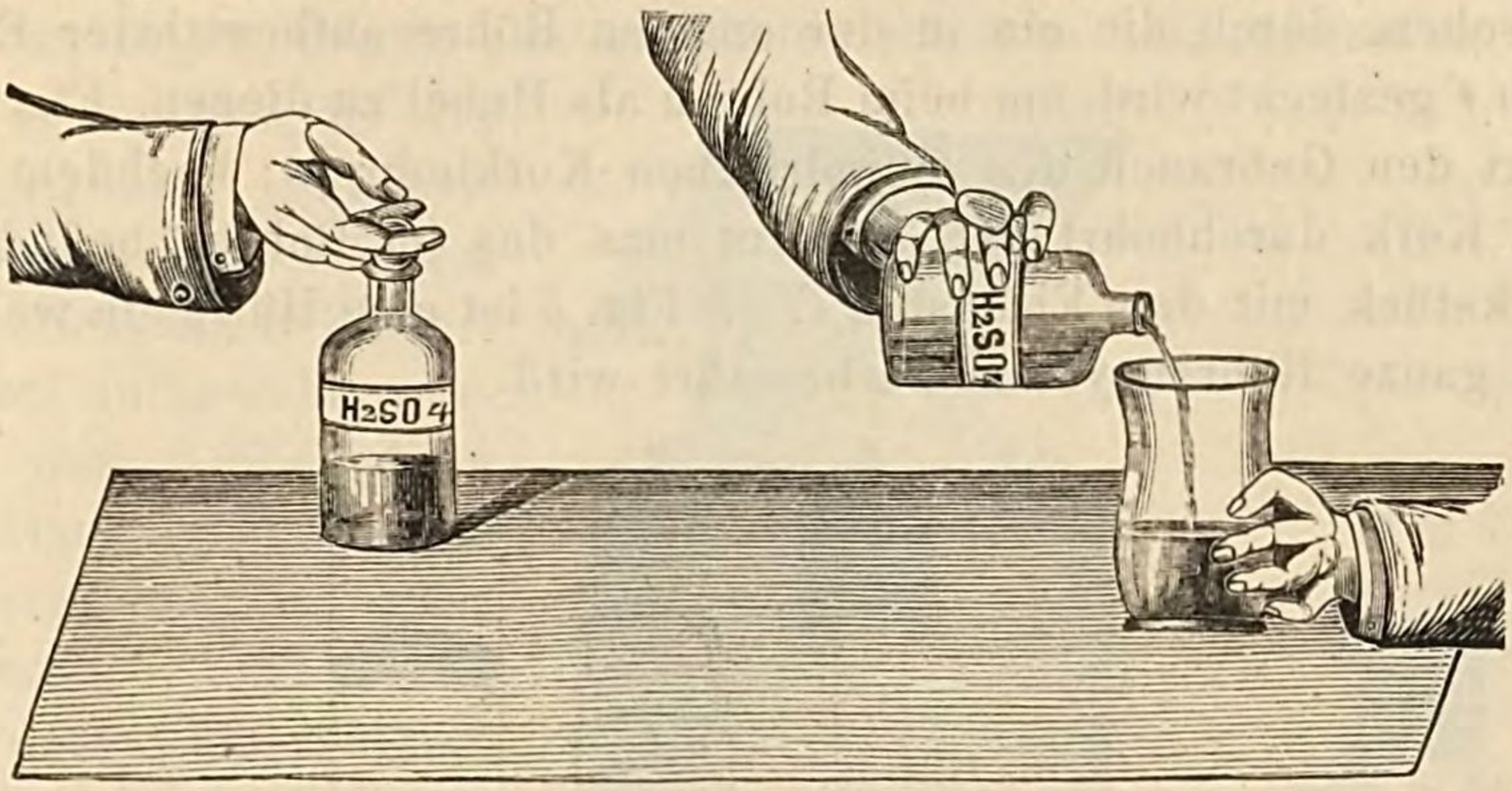


Fig. 129 *a*. *b*.

Die Korke werden nie direct in eine Flasche eingesetzt, sondern zuerst mit einer Korkpresse, Fig. 130, gelinde gedrückt, damit sie weich werden. Man kann statt dessen den Kork auch am Boden mit der Fusssohle gelinde hin und herrollen.

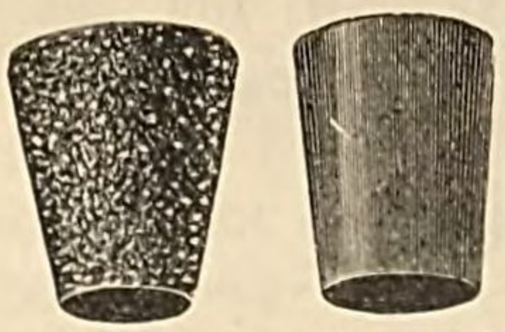


Fig. 129 *c*.

Fig. 129 *d*.

Fig. 130.

Das Anpassen des Korkes geschieht mit Zuhilfenahme von Korkmesser, Korkraspel und Feile, Fig. 130—134. Die dreikantige Feile, Fig. 133, dient gewöhnlich nur beim Abschneiden von Glas-

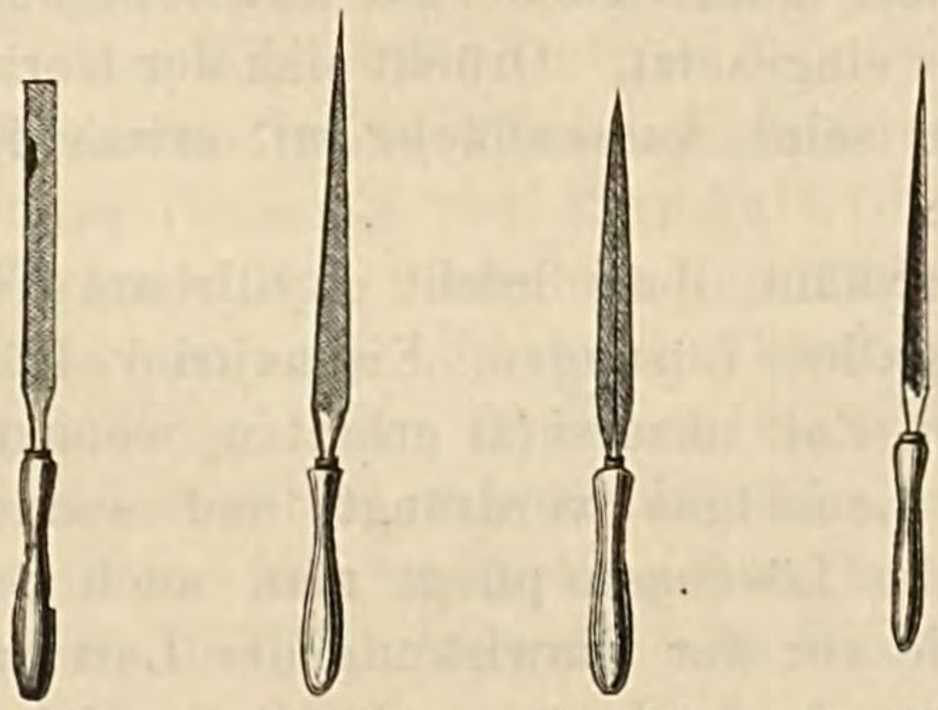


Fig. 131. Fig. 132. Fig. 133. Fig. 134.

röhren. Die Korke werden nie conisch, sondern cylinderisch gefeilt und geformt.

Zur Herstellung von Oeffnungen für Glasrohre gebraucht man runde Korkfeilen, Fig. 134, oder Korkbohrer aus Messing, Stahl, Weissblech etc., Fig. 135. Jedes Rohr *a* ist an einem Ende *b* scharf geschliffen, an dem anderen *c* hingegen verstärkt und mit zwei Löchern *e* und *d* versehen, durch die ein in der engsten Röhre aufbewahrter Eisenstab *f* gesteckt wird, um beim Bohren als Hebel zu dienen. Fig. 135 *c* zeigt den Gebrauch des cylindrischen Korkbohrers; nachdem man den Kork durchbohrt hat, entfernt man das im Bohrer befindliche Korkstück mit dem Eisenstab *f*. *h* Fig. *b* ist eine Hülse, in welcher das ganze Röhrensystem aufbewahrt wird.

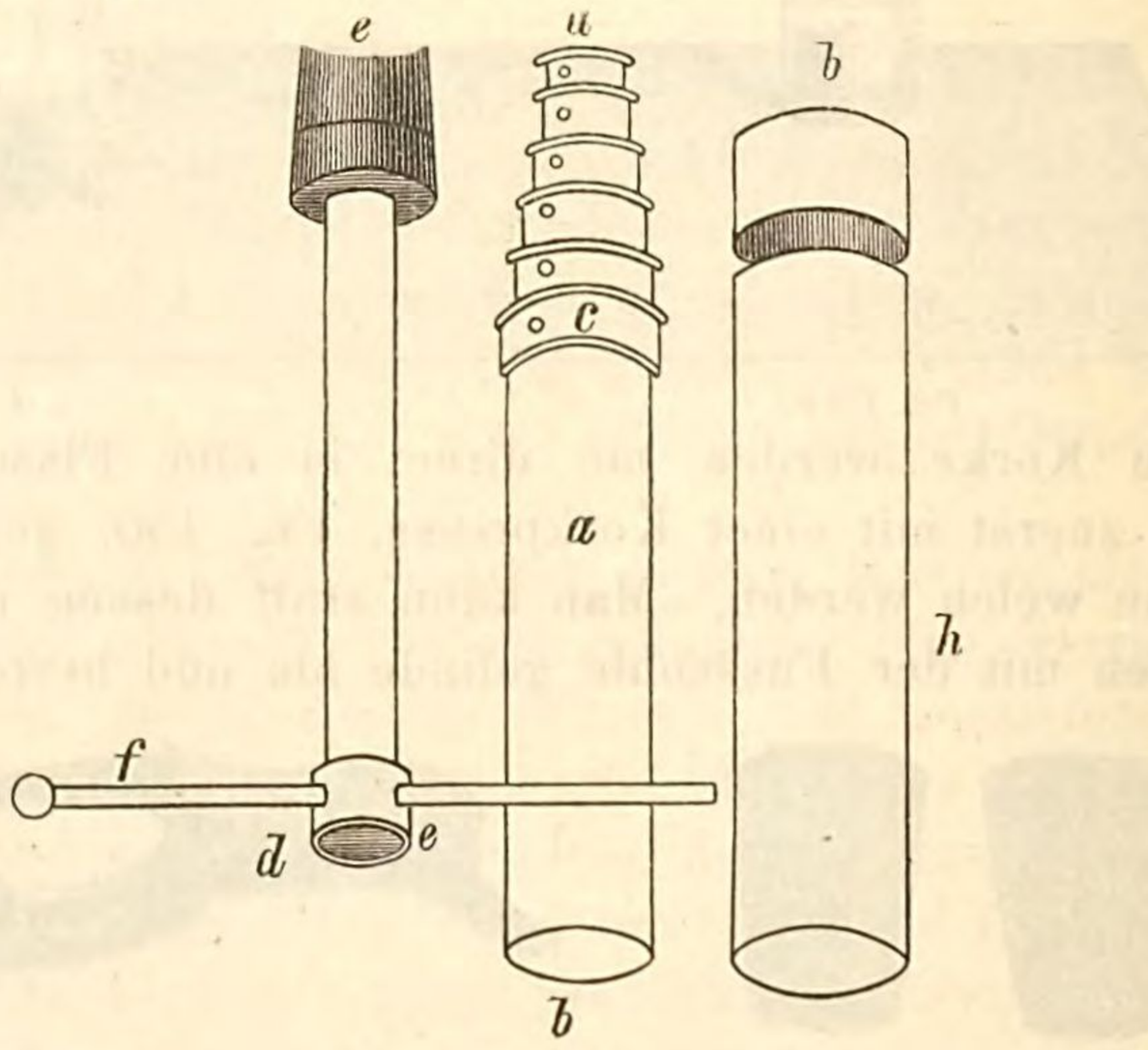


Fig. 135.

Um poröse Korke dichter zu machen, taucht man sie einige Minuten in geschmolzenem Paraffin unter; nach dem Herausnehmen wird der Kork mit einem Tuche gut abwischt und noch warm in den Flaschenhals eingesetzt. Drückt sich der Kork aus der Flasche heraus, so kann seine Aussenfläche mit etwas Kreidepulver eingerieben werden.

Hier sei erwähnt, dass leicht oxydirbare Flüssigkeiten, wie wässerige Pyrogallol - Lösungen, Eisenvitriol - Lösungen etc. sich recht gut längere Zeit unzersetzt erhalten, wenn man die Luft der Flasche durch Leuchtgas verdrängt und sodann die Flasche schliesst. Manche Lösungen pflegt man auch mit Oel zu überschichten, um sie vor der Einwirkung der Luft zu schützen.

Ferner muss beobachtet werden, ob sich die Lösung im Dunkeln, oder im Lichte besser hält; Eisenvitriollösungen z. B.

bleiben am Tageslichte länger unzersetzt, als im Dunkeln, während Gold- oder Silberlösungen, besonders, wenn sie organische Stoffe enthalten, im Lichte rasch Abscheidungen des Metalls erleiden.

Grosse Vorrathslösungen, besonders solche mit leichtflüchtigen Lösungsmitteln, pflegt man an kühlen Räumen aufzubewahren.

Feste Körper wie Eisenvitriol, Natriumsulfit etc., müssen in gut verschliessbaren Pulvergläsern aufbewahrt werden; das Aufbewahren derartiger Substanzen in Papiersäcken ist ganz verwerflich, und resultiren daraus bei späteren Arbeiten alle möglichen Fehlerquellen. Hat man Pulvergläser nicht zur Hand, so genügt auch ein anderes ordinäres Glasgefäss mit weitem Halse; man braucht nur den Rand mit Unschlitt zu versehen und eine Glasplatte, eventuell einen Teller aufzureiben, Fig. 136. Dieser Verschluss ist sehr dicht.

Fig. 136.

Fig. 137.

Ausserdem existiren auch noch Blechkapseln mit Kautschukverschluss, die sich sehr gut bewahren.

Bei selten verwendeten Chemikalien, wie festem Aetznatron, ist es gut, den eingesetzten Kork vollständig mit einer Paraffinschichte zu überziehen, Fig. 137.

Zum Korkverschluss wendet man auch Kitte an. Hierher gehört ein teigartiges Gemenge von Mandelkleie mit Wasser oder Stärkekleister. Man bestreicht den Kork mit diesem Kitt und kann ihn schliesslich noch mit einer in lauwarmem Wasser erweichten Blase überbinden. Der Glaserkitt, welchen man durch Anmachen von weissem Bolus mit Leinölfirnis erhält, dient besonders zum Verschlusse von verkorkten Flaschen, die mit Säuren gefüllt sind, während bei Salmiakgeist ein Kitt aus Kreide und Leinöl gute Dienste leistet.[1])

[1]) Bauer und Hinterberger. Chemische Technik. Glas auf Glas wird gekittet durch eine Mischung, bestehend aus Mastix in möglichst zu-

Ein den Säuren vollständig widerstehender Kitt wird durch Auflösen von Kautschuk in seinem doppelten Gewichte heissen Leinöls und Zusatz von dem doppelten Gewichte fein geschlämmten Pfeifenthon erhalten. Dieser Kitt wird in der Hitze nur etwas weich, schmilzt aber nicht und lässt sich an kühlen feuchten Orten lange Zeit unverändert aufbewahren, wird er hart, so kann man ihn mittelst Terpentinöls wieder erweichen.

Einen Kitt für Glas, Porzellan, Stein, Holz etc. erhält man durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Pech und Guttapercha. Er muss geschmolzen angewendet werden.

Versetzt man Milch mit Essigsäure, so erhält man Casein. Löst man letzteres in conc. Boraxlösung oder in Wasserglas, so erhält man ein sehr gutes Klebemittel für die verschiedensten Zwecke.

4. Abscheidung fester Körper aus deren Lösungen.

a) Krystallisation.

Kleinere Mengen fester Stoffe bilden unter geeigneten Umständen selbständige, von ebenen Flächen begrenzte Gestalten, welche man Krystalle[1]) nennt.

Krystalle entstehen, wenn flüssige Mengen langsam in den festen Zustand übergehen. Gehen die Krystallisationsprocesse rasch vor sich, so bilden sich zahllose kleine Krystalle, es entsteht das krystallinische Gefüge; bei zu raschen Erstarrungsprocessen kann es vorkommen, dass keine Krystallanfänge gebildet werden; die entstehende Masse nennt man amorph.

Gallertige Flüssigkeiten geben überhaupt keine Krystalle, die hierher gehörigen Stoffe, wie Gelatine, Gummi etc. nennt man Colloide im Gegensatz zu den krystallisirfähigen Körpern, den Crystalloiden.

Um alle festen Bestandtheile einer Lösung zu gewinnen, muss das Lösungsmittel durch Verdunsten entfernt werden; alle nicht flüchtigen Bestandtheile werden in fester Form zurückbleiben.

---

sammengeschmolzener Mischung von 5 Th. Schellack und 1 Th. venet. Terpentin mit etwas Gips.

[1]) Stoffe, die in zwei oder mehreren Krystallformen auftreten, nennt man dimorph oder polymorph. Verschiedene Stoffe, die gleiche Krystallform annehmen, nennt man isomorph.

Soll jedoch nur ein gewisser Körper in einer festen, regelmässigen, Form frei von verunreinigenden Bestandtheilen erhalten werden, so wird die Flüssigkeit nicht vollkommen verdampft, sondern nur so weit durch Erwärmen verdunstet, bis sich an der Oberfläche der Flüssigkeit kleine Krystallflimmer zeigen, oder bis eine mit dem Glasstabe herausgenommene Probe erstarrt.[1]) Man hat dann eine heiss gesättigte Lösung vor sich, daher eine Abscheidung des gelösten Körpers beim Abkühlen der Lösung eintreten wird.

Die Krystallisation durch Abkühlung ist der häufigst vorkommende Fall der Krystallisation. Dieselbe kann dann angewendet werden, wenn die Löslichkeitsdifferenz im heissen und kalten Lösungsmittel beträchtlich ist. Die Concentration der Lösung geschieht in Porzellanschalen,[2]) hierauf giesst man die heisse Flüssigkeit in eine Krystallisationsschale, Fig. 138 und 139, und bedeckt selbe, um sie vor einfallendem Staub zu schützen, mit Papier, Fig. 140.

Nach dem Erkalten der Flüssigkeiten scheiden sich am Boden zusammenhängende Krystallmassen ab.

Dieses Erkaltenlassen wird häufig unter einem Glassturze, Fig. 141, über

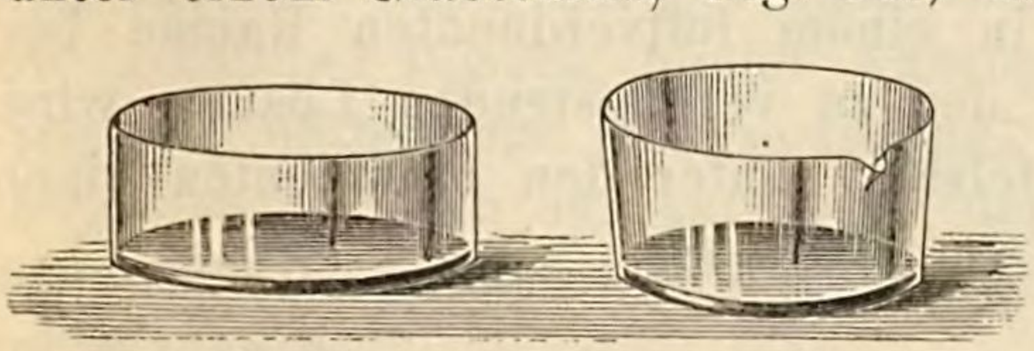


Fig. 138. Fig. 139.

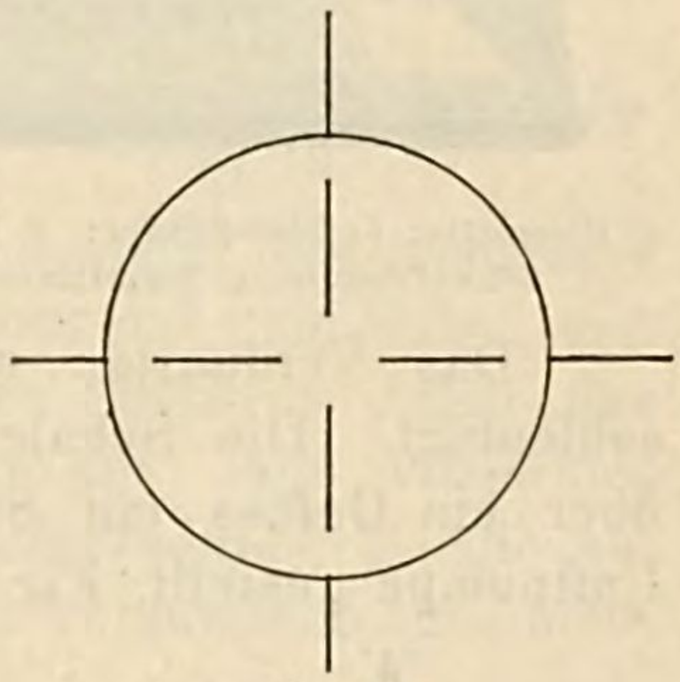


Fig. 140.

Schwefelsäure oder Aetzkalk etc. vorgenommen; letztere Stoffe haben den Zweck, die entweichenden Dämpfe, wie Wasserdampf, Chlorwasserstoffgas etc. zu absorbiren.

Die erkaltende Lösung muss vor Erschütterungen geschützt werden, weil letztere die Krystallisation stören und die Ausbildung schöner Krystalle hindern.

Gewisse Lösungen, besonders solche, welche beim Erhitzen chemische Veränderungen erleiden, wird man freiwillig an der

---

[1]) Zur Trennung fester Körper von einander benützt man meist ihre verschiedene Löslichkeit und behandelt das Gemisch in eigenen Apparaten (Extractionsapparaten) mit einem geeigneten Lösungsmittel.

[2]) In diesem Falle hat man häufig heisse Lösungen zu filtriren, welche schon bei geringer Abkühlung Krystalle absetzen. Man verwendet Heissluft-trichter oder Heisswassertrichter. Bei kleineren Mengen benützt man einen Trichter mit abgeschnittenem Ablaufrohr, welchen man vorher mit einer Flamme erwärmt und ein Faltenfilter aus sehr durchlässigem Papier einsetzt.

Luft verdunsten lassen, oder sie über Schwefelsäure abschliessen, Fig. 142. Die Schwefelsäure hat ein grosses Absorptionsvermögen für Wasser- und Alkoholdämpfe.

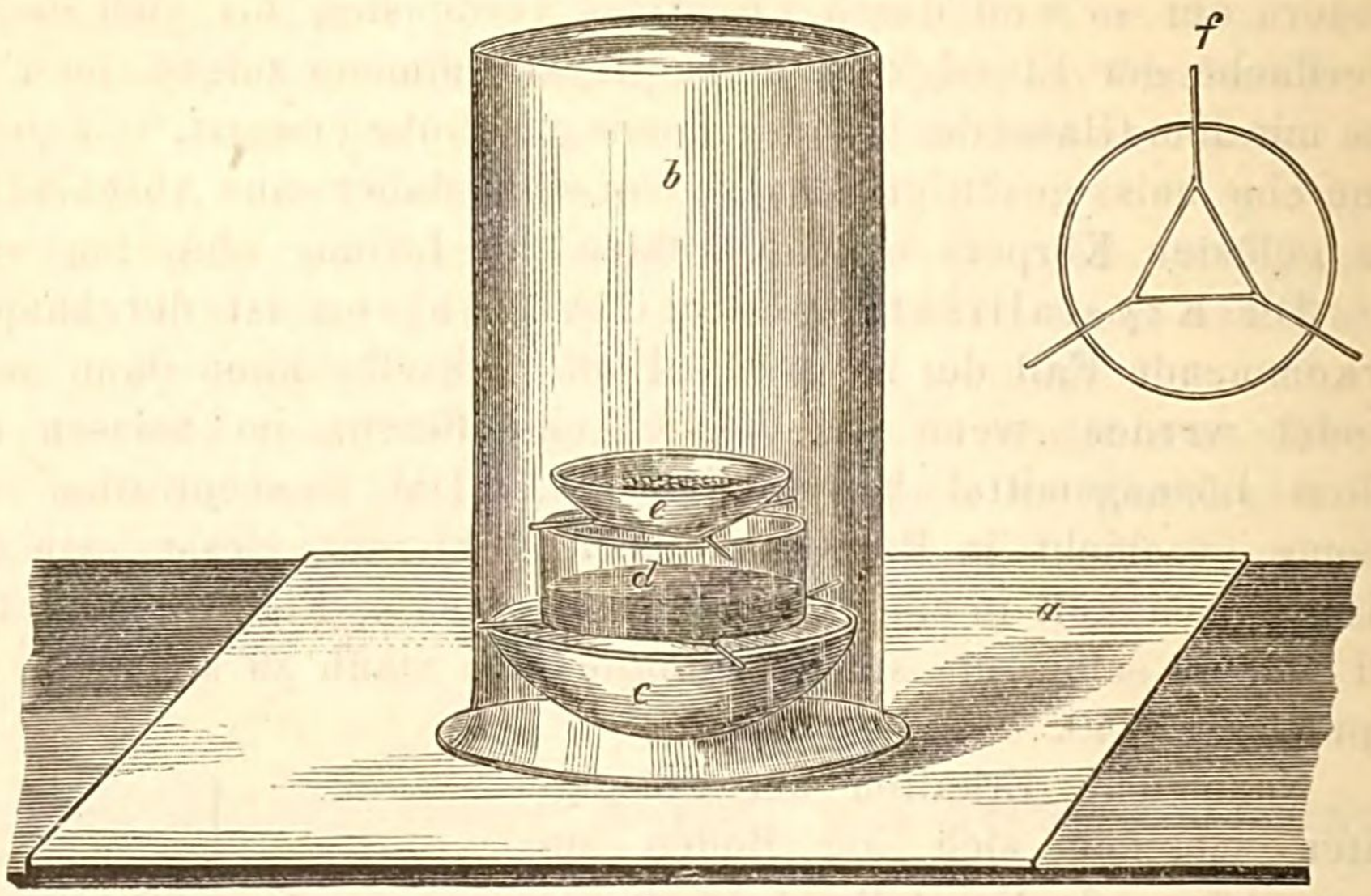


Fig. 141.

a) Glasplatte; *b*) Glascylinder; *c*) Porzellanschale mit Aetzkalk; *d*) Glasgefäss mit concentrirter Schwefelsäure; *e*) Porzellanschale mit Goldlösung; *f*) Drahtdreieck als Zwischenlage.

Das Verdunsten wird in einem luftverdünnten Raume beschleunigt. Die Schale mit der zu verdunstenden Lösung wird über ein Gefäss mit Schwefelsäure unter den Recipienten einer Luftpumpe gestellt, Fig. 143 und Fig. 144.

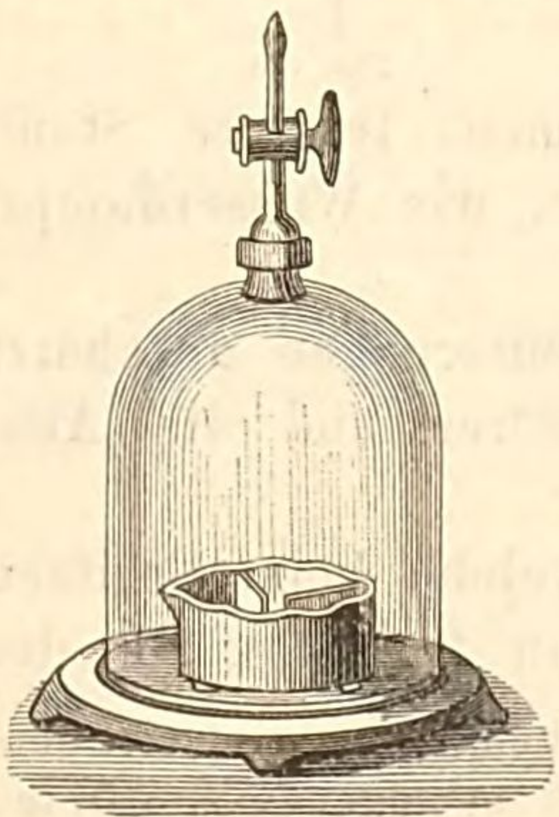


Fig. 142.

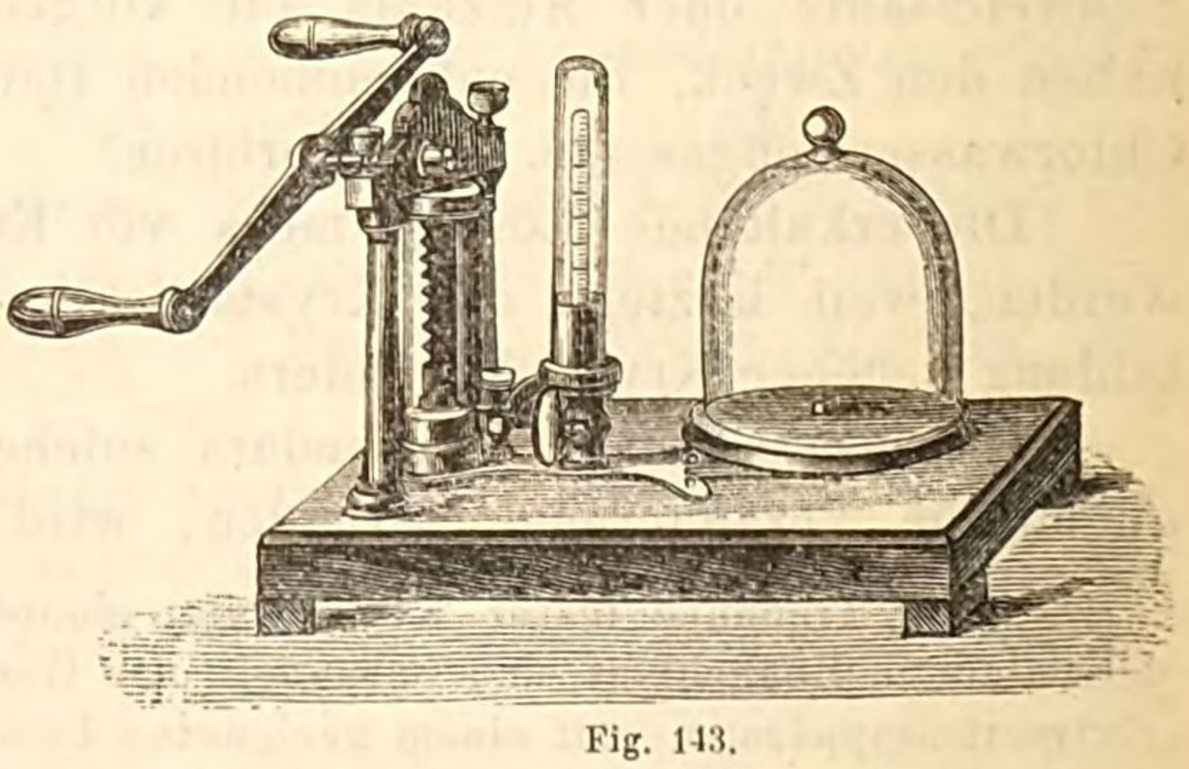


Fig. 143.

Die über den Krystallen befindliche Flüssigkeit, die Mutterlauge, welche meist noch andere Stoffe gelöst enthält, wird von den Krystallen abgegossen. Die Krystalle wäscht man mit dem ursprünglichen Lösungsmittel, oder je nach Umständen mit Wasser,

Alkohol etc. einigemale ab und bringt sie auf einer geeigneten Unterlage zum Trocknen.

Es muss berücksichtigt werden, ob die Krystalle hygroskopisch sind; im letzteren Falle müsste das Trocknen über Schwefelsäure oder unter dem Recipienten der Luftpumpe vorgenommen werden. Die Hauptmenge der anhaftenden Flüssigkeit wird mitunter durch Abpressen zwischen Filterpapier oder durch Aufstreichen auf poröse Platten aus gebranntem Thon entfernt. Durch Erwärmen auf eine Temperatur, welche den Siedepunkt des Lösungsmittels um 5—10° übersteigt, kann in vielen Fällen der Rest der Feuchtigkeit entfernt werden.

Häufig sind die erhaltenen Krystalle noch nicht chemisch rein und müssen durch neues Auflösen, Filtriren und abermaliges Krystallisiren (Umkrystallisiren)[1]) oder durch das sogenannte Decken gereinigt werden.

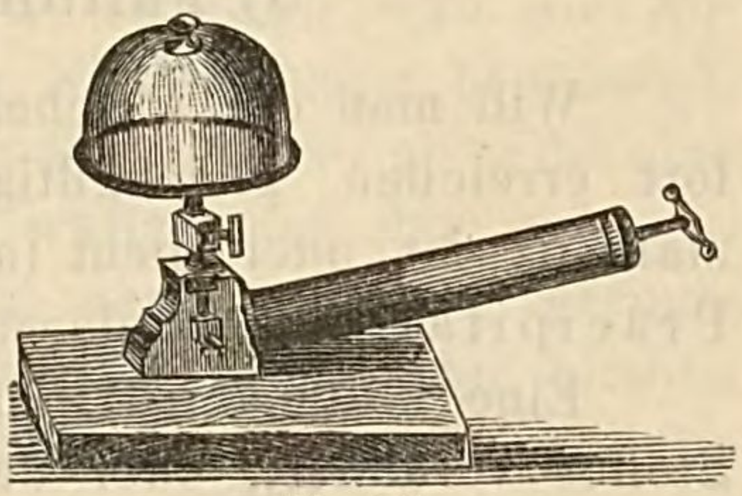


Fig. 141.

Im letzteren Falle giebt man die Krystalle in einen Trichter, bedeckt sie mit mehreren Scheiben Filtrirpapier und giesst das geeignete Lösungsmittel auf. Dieses sättigt sich zuerst mit dem Salze, und die gesättigte Lösung nimmt während des Filtrirens durch das Salz nur Mutterlauge und fremdartige Salze auf. Man wiederholt in gewissen Fällen das Aufgiessen des Lösungsmittels, bis die ablaufende Flüssigkeit auf eventuelle bekannte Verunreinigungen nicht mehr reagirt.

Die ablaufende Flüssigkeit kann mit der Mutterlauge entsprechend bis zur neuen Krystallisation verdunstet werden. Die weiteren Krystallisationsproducte sind mitunter nicht mehr so rein, wie die vorhergehenden.

Manchmal macht sich das Ueberkrystallisiren über die Ränder des Gefässes unangenehm bemerkbar (Effloresciren), diese Erscheinung wird durch Bestreichen der Ränder mit Talg vermieden.

Die Krystalle werden um so grösser, je langsamer und ungestörter die Krystallisation vor sich geht. Bei einer schnellen oder unter Erschütterungen erfolgenden Krystallisation entstehen kleine Krystalle.

---

[1]) Manche Krystalle enthalten z. B. zwischen ihren Lamellen Mutterlauge eingeschlossen etc.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass Krystalle auch durch Wechsel der Lösungsmittel, durch Fällung, sowie aus geschmolzenen und aus gasförmigen Körpern abgeschieden werden können, der letztere Fall tritt z. B. bei der Sublimation von Jod ein.

Interessant ist die Thatsache, dass auch ein Einfluss des Lichtes auf den Krystallisationsprocess beobachtet wurde, so soll z. B. die Lösung von Salmiak und Salpeter im Sonnenschein schönere Krystallisationen geben als im Schatten, allgemein sollen metallische Salze besonders an der dem Lichte zugewendeten Seite vegetiren, auch Veränderungen der Krystallform im Sonnenlichte wurden beobachtet.

b) Fällung oder Präcipitation.

Will man die Abscheidung eines Körpers in fester Form sofort erreichen, gleichgiltig, ob der abzuscheidende Körper krystallisirt ist oder nicht (amorph), so wird eine Fällung oder Präcipitation veranlasst.

Eine Fällung tritt ein, wenn das Lösungsmittel des gelösten Stoffes verändert, oder durch Zusatz eines Reagens die Bildung eines unlöslichen Productes (Niederschlag) veranlasst wird.

Giebt man z. B. zu einer concentrirten Lösung von Silbernitrat in Wasser ein gleiches Volumen Alkohol, so wird eine Trübung, ein weisser Niederschlag entstehen, welcher aus abgeschiedenem Silbernitrat besteht, da letzteres im kalten Alkohol nur wenig löslich ist.

Versetzt man eine Silbernitratlösung mit einer Kochsalzlösung, so entsteht ebenfalls ein weisser Niederschlag; dieser besteht aber nicht mehr aus abgeschiedenem Silbernitrat, sondern aus einer anderen Silberverbindung, dem Chlorsilber, welches in Wasser vollständig unlöslich ist; ein zweites bei diesem Vorgang der Fällung entstandenes Salz, das Natriumnitrat bleibt gelöst.[1])

Das Fällungsmittel muss nicht immer wie im vorerwähnten Beispiele flüssig sein, es kann auch fest oder gasförmig sein.

Giebt man z. B. in eine Silbernitratlösung ein Stückchen Kupfer, so wird metallisches Silber abgeschieden; leitet man in die Silberlösung Schwefelwasserstoffgas ein, so entsteht ein schwarzer Niederschlag bestehend aus Schwefelsilber.

Es kann sich bei der Fällung um die Gewinnung einer Substanz in fester Form oder um eine Trennung von anderen gelösten Stoffen handeln.

---

1) $AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$.

Enthielt obige Silberlösung gleichzeitig Kaliumnitrat, so bleibt bei allen besprochenen Fällungsmethoden letzteres Salz unverändert in Lösung.

Durch Decantation und Filtration (siehe folgenden Abschnitt) kann der Niederschlag von der Flüssigkeit, welche noch andere Stoffe gelöst enthält, getrennt werden.

Nach dem Aussehen unterscheidet man die Niederschläge in krystallinische, pulverige, flockige, käsige, gelatinöse u. s. w. Mitunter sind die Niederschläge so fein zertheilt, dass man einzelne Theilchen kaum mehr wahrnehmen kann, man bezeichnet diese Erscheinung als „eine Trübung“.

Durch Schütteln, Umrühren, Erwärmen wird die Abscheidung und das Zusammenballen der Niederschläge begünstigt.

Bei jeder Fällung hat man sich zu überzeugen, ob selbe eine vollständige war. Zu dem Zwecke wartet man, bis sich der Niederschlag gesetzt hat, hierauf setzt man noch eine geringe Menge des Fällungsmittels zu, wobei die Flüssigkeit klar bleiben muss. Entsteht jedoch abermals eine Trübung, so war die Fällung unvollständig und man setzt mehr des Fällungsmittels zu; sicherer ist es, einen kleinen Theil (eine Probe) der über dem Niederschlag stehenden Flüssigkeit mittelst Pipette in eine Eprouvette (Proberöhrchen) zu bringen, mit dem nun zugesetzten Fällungsmittel zu erwärmen und sodann einige Zeit stehen zu lassen. Entsteht nicht die geringste Trübung, so war die Fällung eine vollständige.

In vielen Fällen bewirkt ein Ueberschuss des Fällungsmittels ein theilweises oder selbst vollständiges Auflösen des entstandenen Niederschlages, wodurch z. B. bei der Wiedergewinnung werthvoller Rückstände aus gewissen photographischen Waschwässern und Fixirbädern Verluste entstehen können;[1]) der Zusatz des Fällungsmittels muss daher langsam und allmählich erfolgen.

Bei der Fällung ist auch die Concentration der Flüssigkeiten von Bedeutung. Während eine zu grosse Verdünnung die Fällung zum Theil oder vollständig verhindern kann, ergeben concentrirte Lösungen oft gelatinöse Niederschläge, welche sich nur schwer durch Auswaschen reinigen lassen.

Eine Fällung kann sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, als auch in der Kälte durchgeführt werden, meist wird die Fällung

---

[1]) Siehe A. Lainer, Photogr. Chemie S. 162.

durch Erwärmen beschleunigt und erhalten dabei die Niederschläge eine compactere Form. Die Temperatur übt aber ausserdem mitunter einen grossen Einfluss auf besondere Eigenschaften der entstehenden Ausscheidungen aus, wie dies z. B. bei Erzeugung des Bromsilbers in den Bromsilber-Gelatine-Emulsionen der Fall ist.

Schliesslich sei erwähnt, dass Fällungen auch auf electrochemischem Wege erzielt werden können, wovon in der Galvanoplastik zu Zwecken graphischer Künste Gebrauch gemacht wird, [1]) auch das Licht bewirkt in vielen Fällen Abscheidungen aus Lösungen.

5. Mechanische Trennung fester und flüssiger Körper.

Um eine Flüssigkeit von den darin aufgeschwemmten Theilchen zu trennen, wird gewöhnlich die Decantation und die Filtration in Anwendung gebracht.[2])

a) Die Decantation.

Die Decantation oder das Abgiessen, Fig. 145, findet dann Anwendung, wenn sich die festen Theilchen in der Flüssigkeit rasch und vollständig auf den Boden des Gefässes absetzen. Die überstehende klare Flüssigkeit wird von dem Bodensatze durch vorsichtiges Neigen des Gefässes abgegossen, oder mittelst Hebels oder Pipette abgezogen.

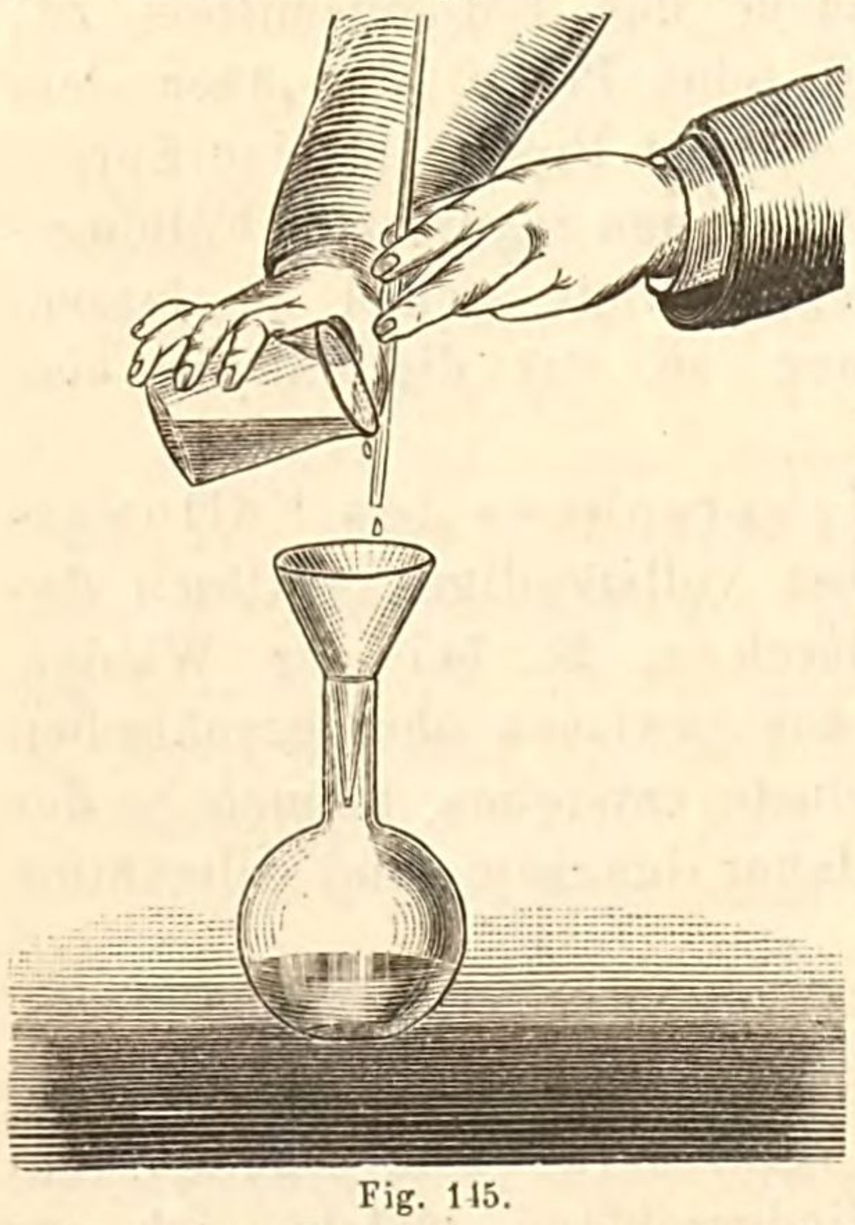


Fig. 145.

Das Absetzen des Niederschlages wird in vielen Fällen durch Zusatz heissen Wassers, Schütteln u. s. w. befördert.

Kaliumoxalat-, Soda- oder Pottasche-Lösungen, welche ihre Zusammensetzung nicht verändern, pflegt man in grösseren Mengen anzusetzen. Es kann dazu Brunnenwasser verwendet werden; die entstehenden Trübungen setzen sich zu Boden und die Flüssigkeit wird durch Decantation vom Bodensatze getrennt. Der Rest der Lösungen,

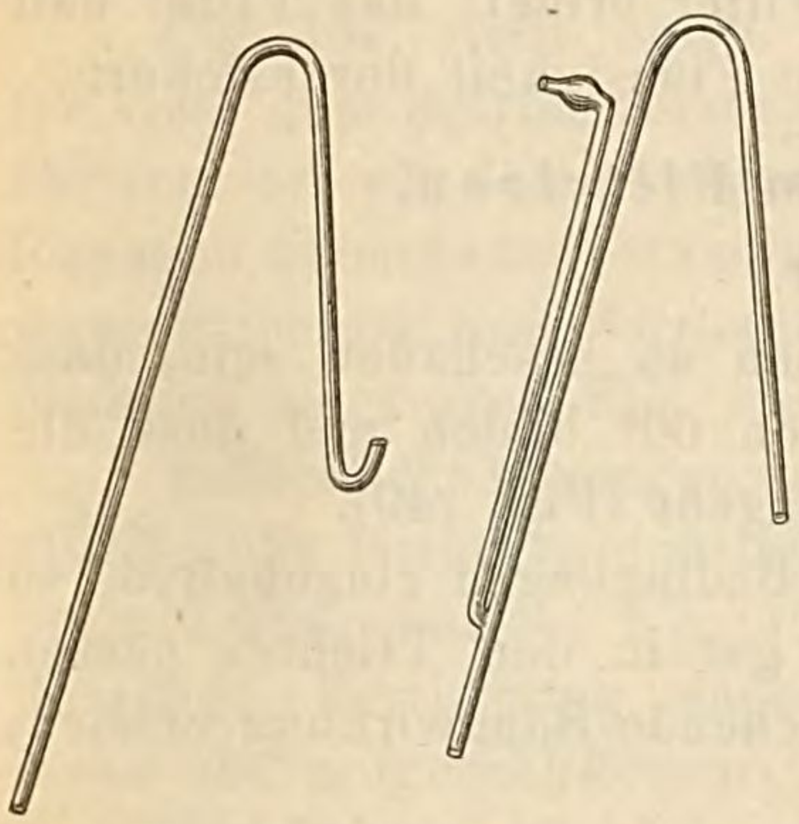
---

[1]) Siehe A. Lainer, Photogr. Chemie S. 69.

[2]) In gewissen Fällen findet ausserdem auch das Auspressen und das Centrifugiren Verwendung. Auf die in Verwendung stehenden Pressen und Centrifugalmaschinen kann hier nicht eingegangen werden.

welcher sich beim Abgiessen durch Aufsteigen des Niederschlages trübt, wird filtrirt.

Der gewöhnlich verwendete Heber ist in Fig. 146*a* und Fig. 147, der Giftheber in Fig. 146*b* zur Darstellung gebracht. Letzteren wird man in allen Fällen zur Verwendung bringen, wo ätzende oder giftige Flüssigkeiten abzuheben sind.



a. Fig. 146. *b.*

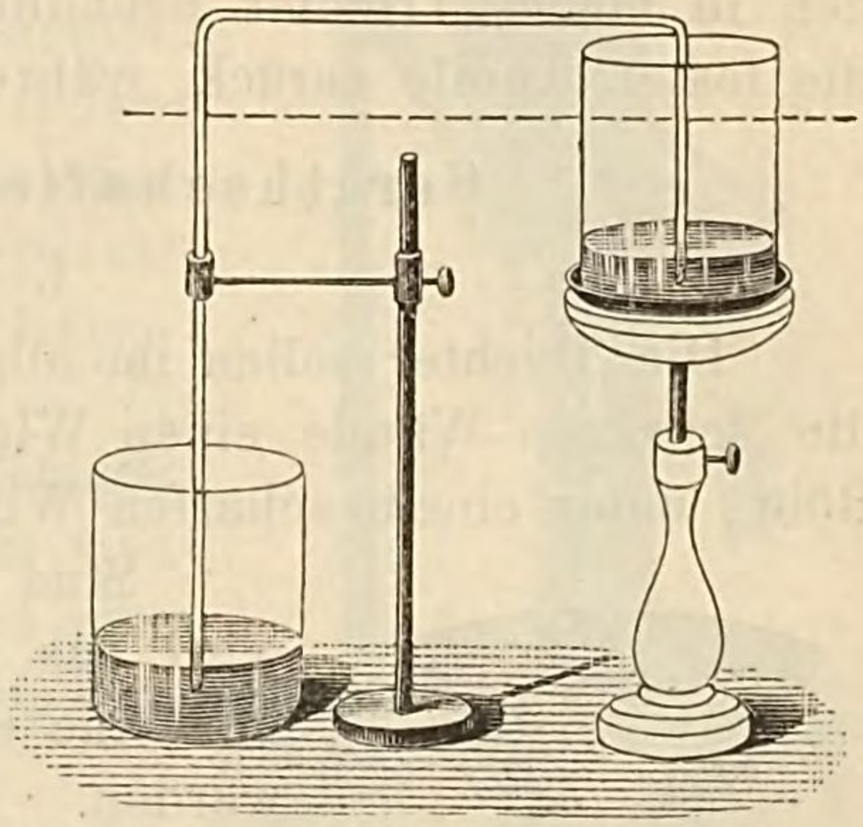


Fig. 147.

Die Decantation kann auch derart vorgenommen werden, dass man den Niederschlag zuerst durch einen Trichter abfliessen lässt, Fig. 148.

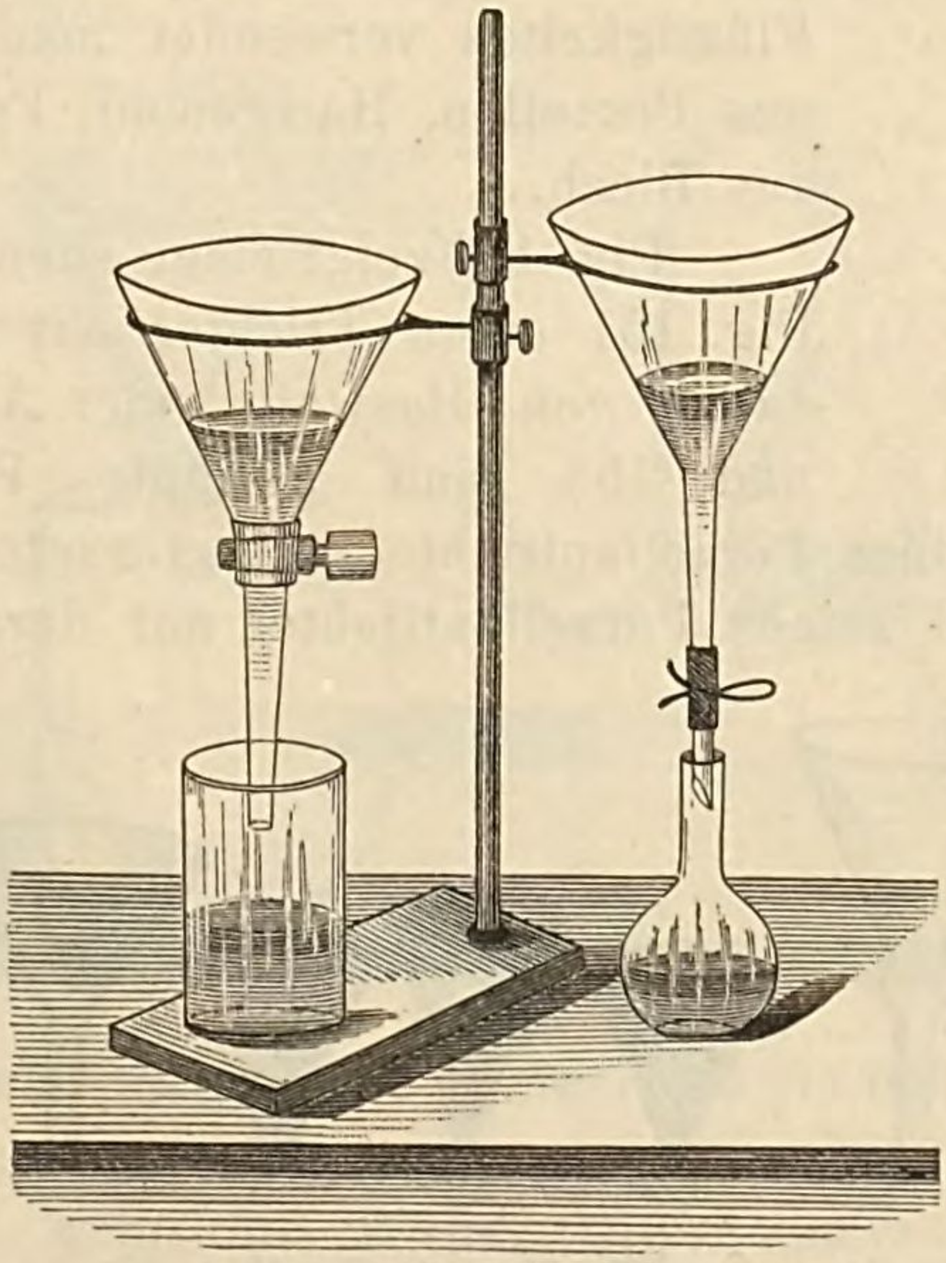


Fig. 148.

Wenn die Niederschläge gelatinös oder derart beschaffen sind, dass sie die Poren des Filters rasch verstopfen und das

Durchsickern der Flüssigkeit ausserordentlich verlangsamen, so wendet man stets die Decantation an, häufig folgt auf die Decantation die Filtration.

b) Die Filtration.

Die Filtration wird gewöhnlich derart durchgeführt, dass man die Flüssigkeit und schliesslich auch den Niederschlag auf den in einem Trichter befindlichen Filter bringt; das Filter hält die festen Theile zurück, während die Flüssigkeit durchsickert.

Geräthschaften zum Filtriren.

1. Trichter.

Die Trichter sollen im allgemeinen so beschaffen sein, dass die schrägen Wände einen Winkel von 60° bilden und dass die Röhre unter einem scharfen Winkel abgeht (Fig. 149).

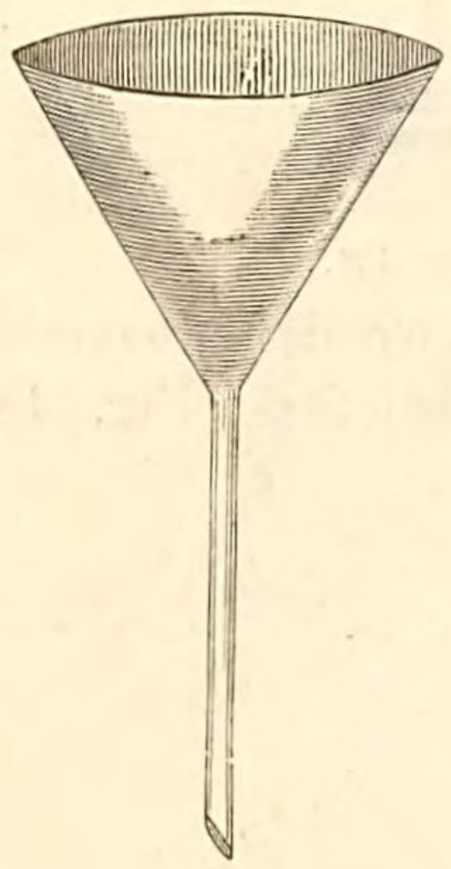


Fig. 149.

Sind diese Bedingungen eingehalten, so wird das Filter gut in den Trichter passen und eine entsprechende Saugwirkung erreicht werden.

Die Trichter existiren in den verschiedensten Grössen; meist verwendet man zum Filtriren Glastrichter; zum Einfüllen von Flüssigkeiten verwendet man auch Trichter aus Porzellan, Hartgummi, Papiermaché und aus Blech.

Fig. 150 zeigt einen cannelirten Trichter, Fig. 151 einen Trichter mit Kugel zur Aufnahme von Glaswolle oder Asbest, Fig. 152 und 153 sind gerippte Porzellantrichter, Fig. 154 zeigt einen Porzellantrichter mit grösseren Ausschnitten, Fig. 155 und 156 zeigen Porzellantrichter mit durchlöcherter Por-

Fig. 150. Fig. 151. Fig. 152. Fig. 153. Fig. 154. Fig. 155. Fig. 156.

zellanplatte, welche z. B. zum Abtropfenlassen von Krystallen sehr geeignet sind und auch für Filtrirpumpen Anwendung finden.

Trichter mit Siebplatten bieten eine grosse Filtrationsfläche und gestatten somit ein rasches Filtriren. Die Siebe werden mit kreisrunden Scheiben Filtrirpapier belegt, von denen die untere ebenso gross wie die Platte ist, die obere einen circa 4 mm grösseren Durchmesser zeigt. Diese Trichter werden auch im Vereine mit Saugpumpen verwendet.

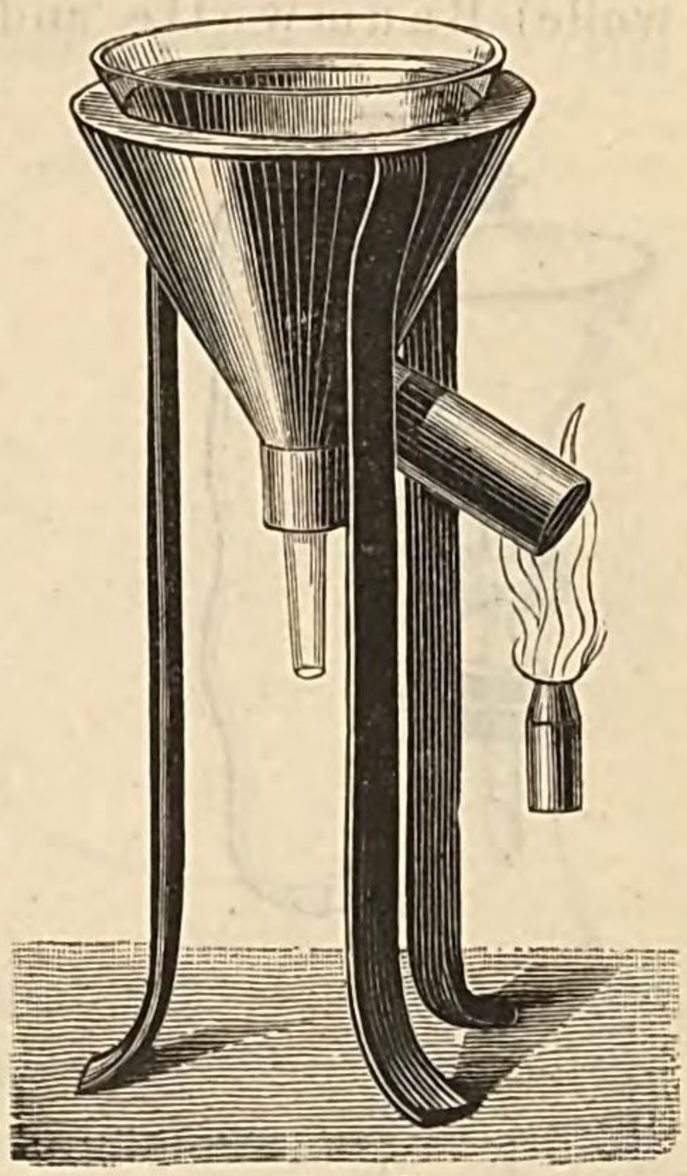


Fig. 157.

Fig. 157 stellt einen Blechtrichter für Gas- oder Spiritusheizung zum Heissfiltriren vor, wie dies mitunter für Gelatinlösungen wünschenswerth sein kann (Heisswassertrichter). Eine Vorrichtung für Heissfiltration zeigt auch Fig. 158.[1])

Aetherische Lösungen, deren Lösungsmittel sehr leicht verdunstet, filtrirt man unter Luftabschluss. Fig. 159 zeigt eine derartige Vorrichtung nach Allihn mit Hahn und aufgeschliffenem Deckel.

Für Gelatine-Emulsionen ist die Filtration durch Glaswolle zu empfehlen; man stellt das Becherglas schief, Fig. 160, um die Bildung von Luftblasen zu vermeiden.

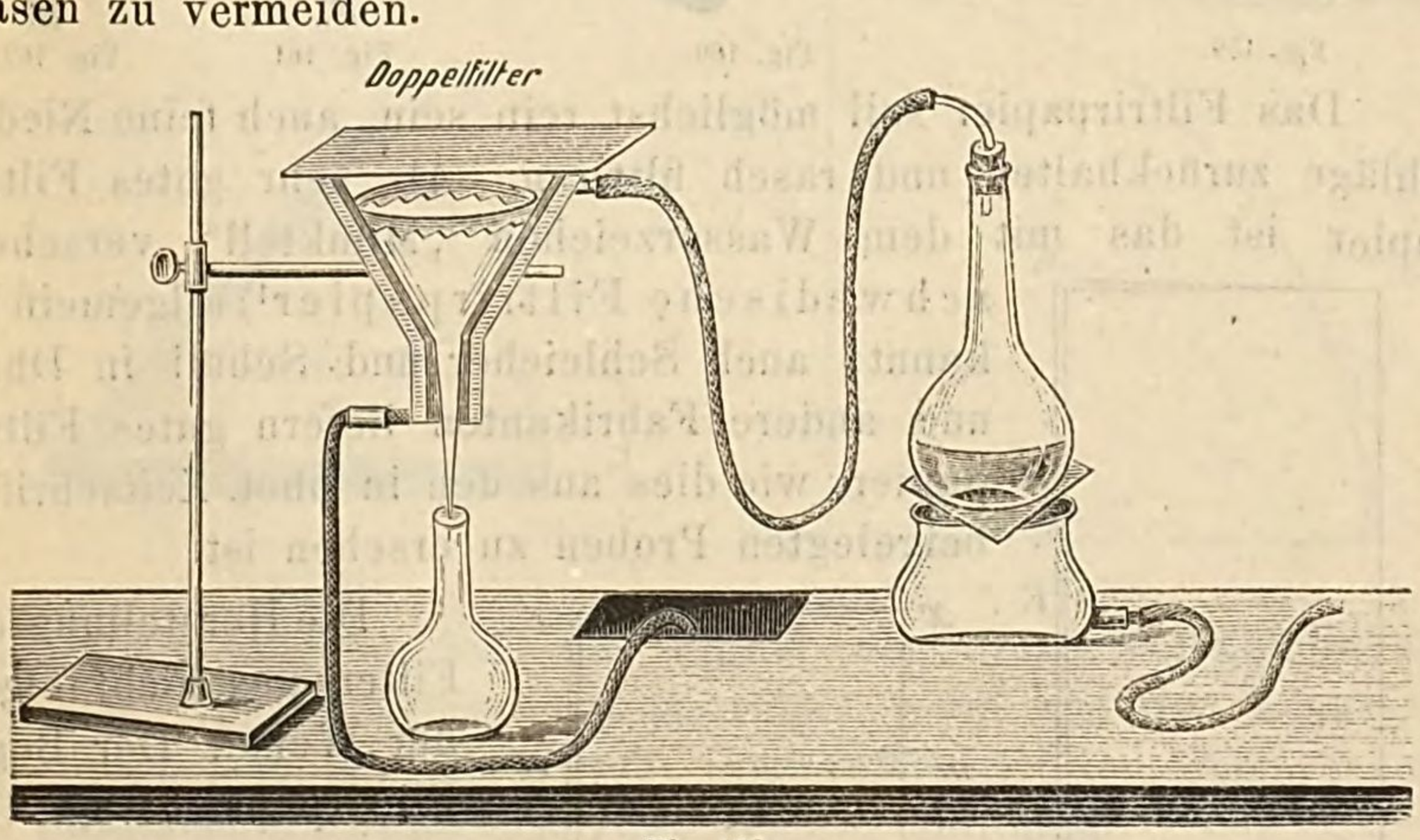


Fig. 158.

Fig. 161 und 162 zeigen Trichter, wie sie beim Filtriren durch Glaswolle verwendet werden; selbst sehr feine Niederschläge werden zurückgehalten, wenn die Wolle entsprechend dicht eingepresst wurde; im letzteren Falle müssten Saugapparate in Anwendung gebracht werden. (Siehe Seite 74.)

[1]) Siehe auch Nachtrag S. 88.

2. Die Filter.

Der Filtrirstoff besteht gewöhnlich aus Papier, doch finden auch Leder, Leinwand, Filz, (Filzfilter) Glaswolle (Filtrirwolle) Baumwolle und dergleichen Verwendung.

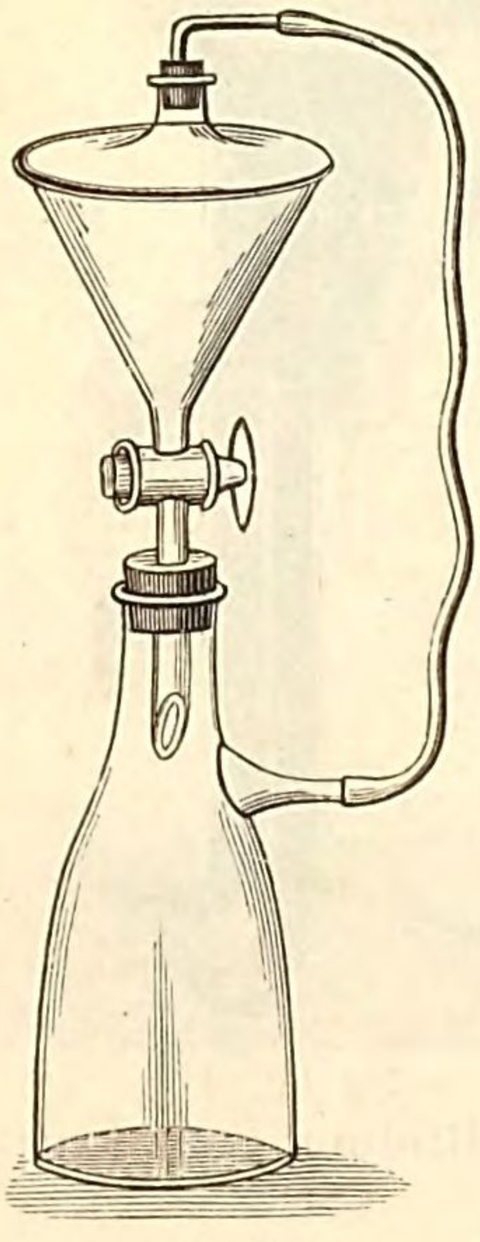


Fig. 159.

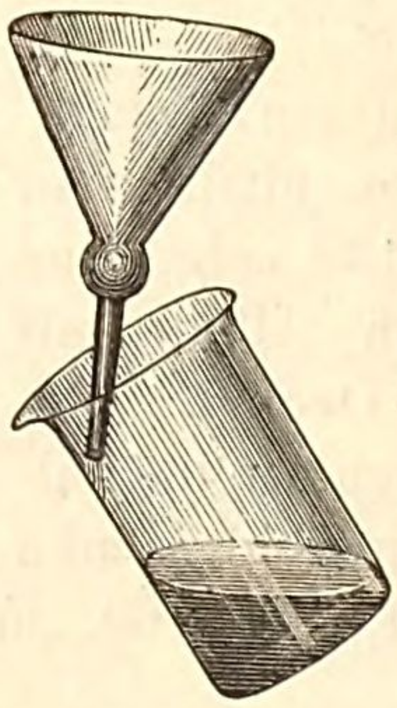


Fig. 160.

Fig. 161.

Fig. 162.

Das Filtrirpapier soll möglichst rein sein, auch feine Niederschläge zurückhalten und rasch filtriren. Als sehr gutes Filtrirpapier ist das mit dem Wasserzeichen „Mimktell“ versehene schwedische Filtrirpapier[1]) allgemein bekannt; auch Schleicher und Schüll in Düren und andere Fabrikanten liefern gutes Filtrirpapier, wie dies aus den in phot. Zeitschriften beigelegten Proben zu ersehen ist.

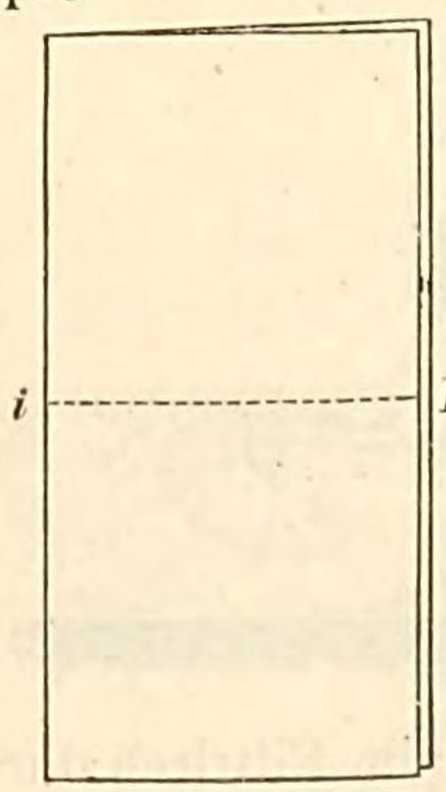


Fig. 163.

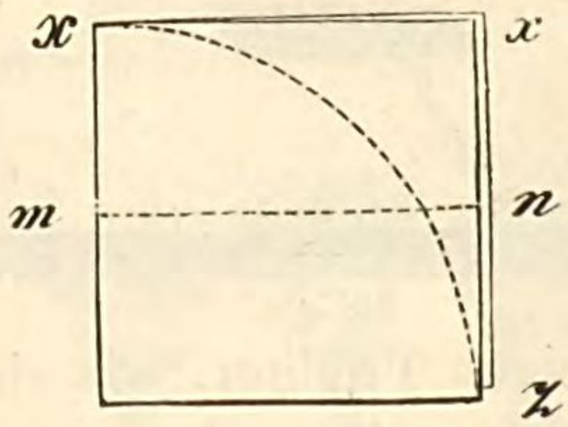


Fig. 164.

Die Herstellung des Filters geschieht folgender Weise: Der Bogen Filtrirpapier, Fig. 163, wird in der Mitte *i k* gefaltet, Fig. 164. Nun schneidet man mit der Papierscheere das Stück *x y z* kreisbogenförmig ab und erhält, wenn

[1]) Vom schwedischen Filtrirpapier kosten 100 Bogen 6 fl 50 kr. Inländisches Filtrirpapier, Format $^{40}/_{60}$ ca. 3 fl.

man das Papier auseinanderbreitet, eine Kreisfläche Fig. 165, welche das Filter darstellt.

Würde das Papier bei *m n* Fig. 164 nochmals gefaltet, so erhält man nach dem Schnitt 2 kleinere Filter u. s. f. Die Filter werden in verschiedenen Grössen in Vorrath hergestellt. Zum Beschneiden des Papiers werden mit Vorliebe Filterschablonen aus Blech, Fig. 166, benützt. Man erhält sie in verschiedenen Grössen. Das Filtrirpapier wird, wie oben beschrieben, zusammengelegt und in die Schablone Fig. 166 eingelegt, sodann das zugehörige Blech, Fig. 167, darübergeschoben und das herausragende Papier *m n* abgeschnitten. Wenn das Filter aus der Schablone genommen wird öffnet man es zum Gebrauch derart, dass die eine Filterhälfte von einer Wandung, die andere von einer dreifachen Wandung abgeschlossen wird, wie Fig. 168 zeigt und setzt es fest in den

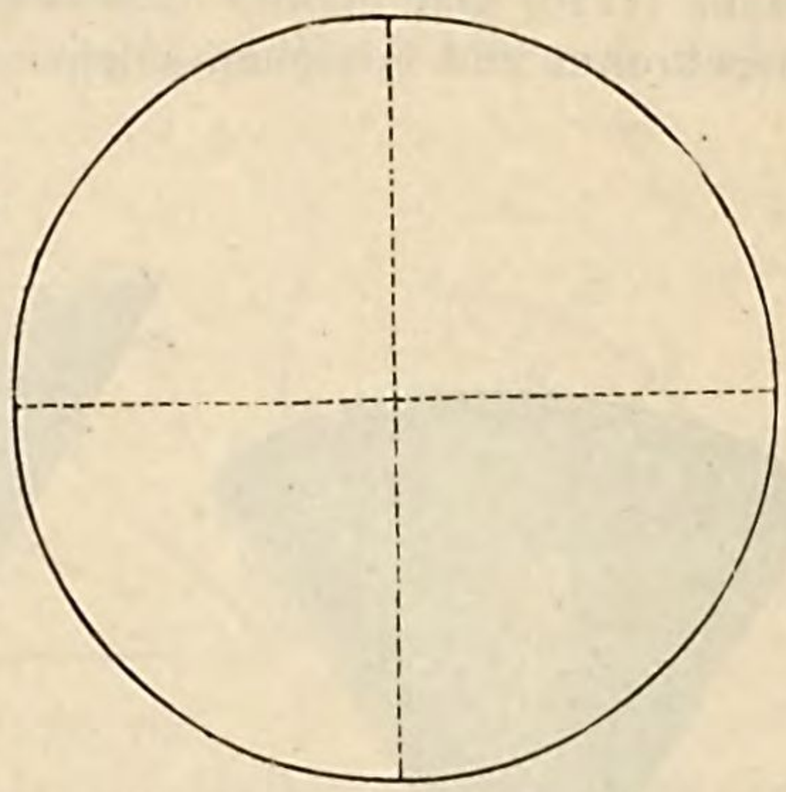


Fig. 165.

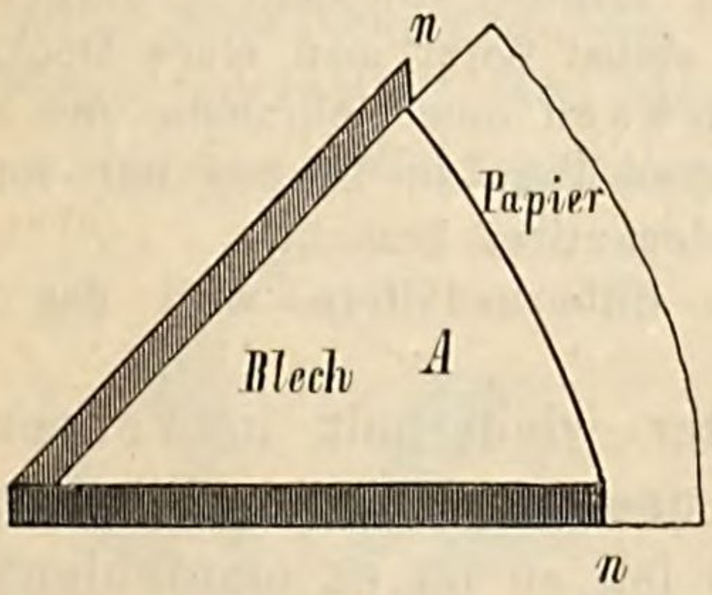


Fig. 166.

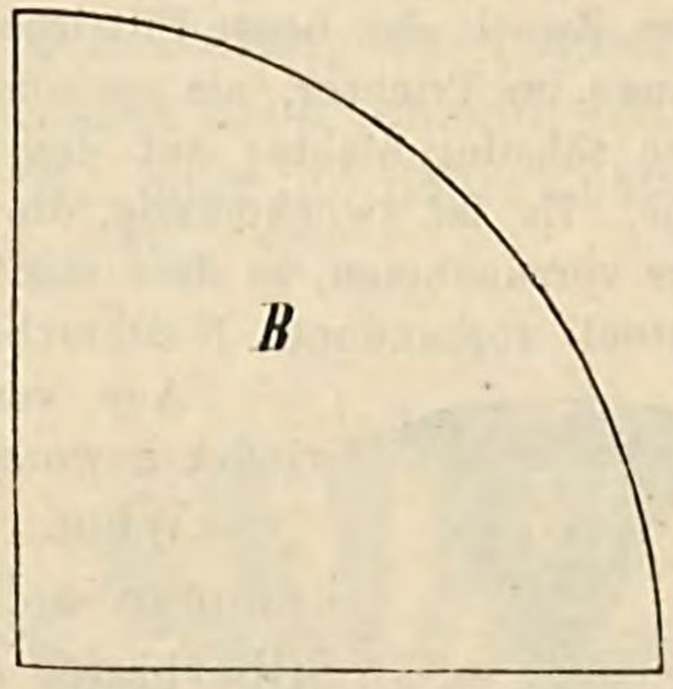


Fig. 167.

Glastrichter ein, so dass das Papier am Glase vollständig anschliesst. Nun befeuchtet man das Filter, wenn wässrige Lösungen filtrirt werden sollen, mit Wasser (andernfalls mit dem entsprechenden Lösungsmittel) und lässt das Wasser abtropfen.

Als eine Grundregel beim Filtriren ist zu beachten, dass das Filter nie über den Rand des Trichters herausragen, sondern stets nur bis etwa $^1/_2$ cm unterhalb des Randes der Trichter reichen soll, Fig. 169.

Wenn das Filtrirpapier von organischen Substanzen, wie Eisenoxyd Kalk etc., mölichst befreit werden soll. so lässt man die Filter in einem Ge-

fässe, Fig. 170, mit verdünnter Salzsäure (1 Volumen Salzsäure und 2 Vol. Wasser) übergossen 12 Stunden stehen, giesst hierauf die Säure ab und wäscht die Filter mit Brunnenwasser so lange, bis das Wasser nicht mehr sauer reagirt; schliesslich behandelt man die Filter noch widerholt mit destillirtem Wasser, bis eine Probe des Waschwassers mit einigen Tropfen Silbernitratlösung (1:10) klar bleibt. Die ausgewaschenen Filter, werden auf Filtrirpapier ausgebreitet und mit eben solchen bedeckt und getrocknet.

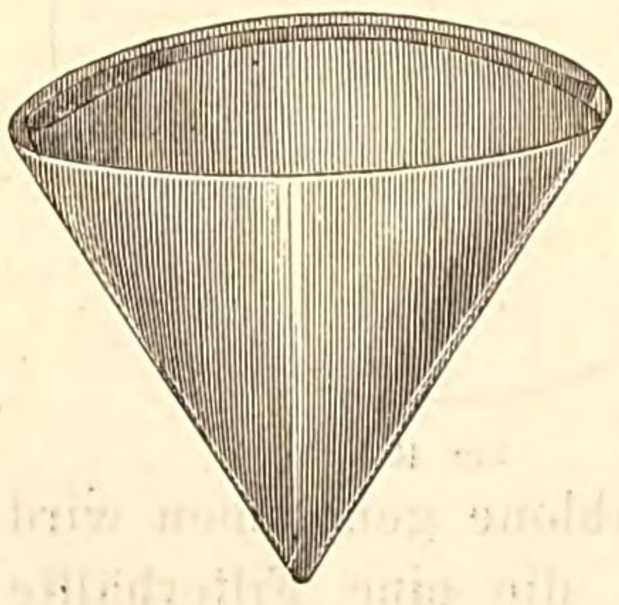


Fig. 168.

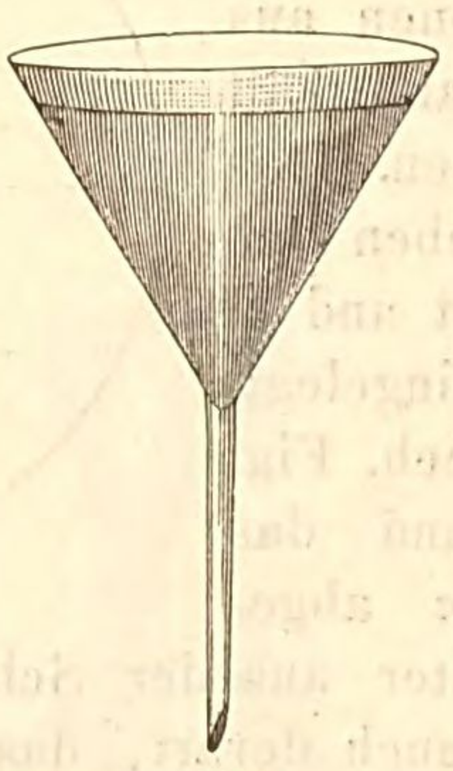


Fig. 169.

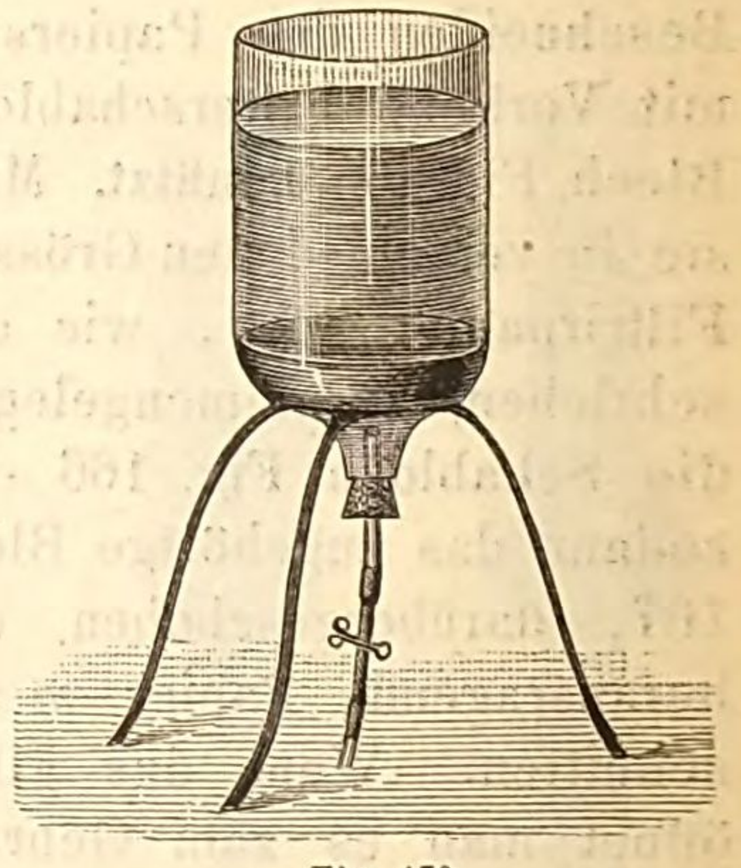


Fig. 170.

Zur Filtration der Silberbäder sind glatte Filter, welche im Trichter gut anliegen, dem gewöhnlichen Faltenfilter vorzuziehen. Es empfiehlt sich, für diesen Zweck das beste Filtrirpapier zu verwenden. Das Silberbadfilter bleibt so lange im Trichter, als es seinen Zweck erfüllt. Ein Schwarzwerden desselben schadet nichts; auf den Trichter selbst setzt man einen Deckel aus Pappe. Es ist zweckmässig, die Filtration nach dem Gebrauche der Silberbäder vorzunehmen, so dass man am nächsten Tage die Lösung nur von dem eventuell vorhandenen Niederschlag[1]) zu decantiren braucht.

Aus verdorbenen Silberbadfiltern wird das Silber wieder gewonnen.

Fig. 171.

Wenn ein Filter wiederholt in Verwendung kommen soll, wie das z. B. beim Filtriren der Silberbäder der Fall ist, so ist es empfehlenswert, unter dem grossen Filter noch ein kleines anzubringen, um das Durchreissen an der Spitze zu vermeiden. Fig. 171.

Ein rascheres Filtriren als mit glatten Filtern erreicht man mit den Faltenfiltern.

Das Faltenfilter wird aus dem gewöhnlichen Filter hergestellt. Man breitet letzteres im Halbkreis aus; es zeigt zwei Sectoren *a b* und *b d*,

---

[1]) Das Positivsilberbad muss bekanntlich stets in der Vorrathsflasche mit Silbercarbonat in Berührung sein. (Siehe Lainer's Phot. Chemie S. 54).

Fig. 172. Durch Einbiegen von *a* nach *b* erhält man die Falte *c* (Fig. 172). durch Einbiegen von *d* nach *b* erhält man die Falte *e*. Fig. 173 zeigt an, wie das Filter nun beschaffen ist. Jetzt biegt man *a* nach *c* und *d* derart nach *e* um, dass die Falten *f* und *g* entstehen, wie Fig. 174 zeigt. Hierauf wendet man das Filter um und biegt *c* und *e* nach *b*; es werden die Falten *h* und *k* entstehen.

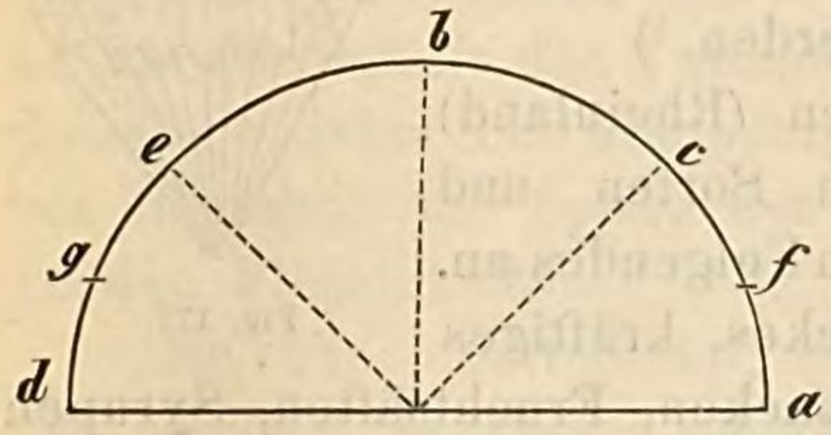


Fig. 172.

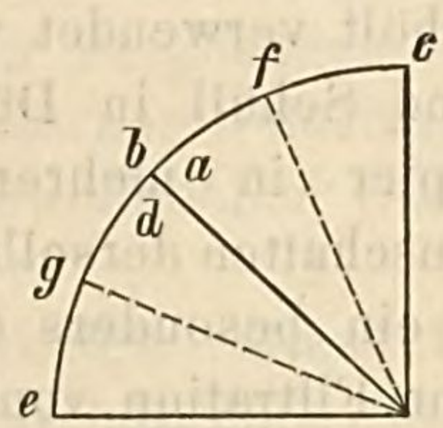


Fig. 173.

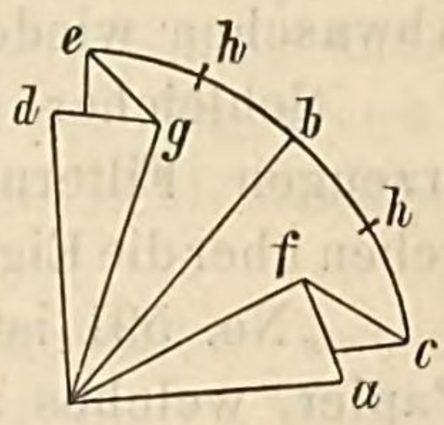


Fig. 174.

Breitet man das Filter abermals im Halbkreise aus, so hat man jetzt acht Sectoren. Es handelt sich darum, jeden Sector nochmals zu halbiren, was erreicht wird, indem man den Sector zur rechten Hand halbirt, wobei eine neue Falte entsteht, hierauf das Filter wendet, wieder durch Halbirung des nächsten Sectors eine weitere Falte erhält und so fort; schliesslich wird das Faltenfilter geöffnet. Die Kreisfläche hat 32 Sectoren; die gegenüberstehenden Sectoren, Fig. 175, *m* und *n*, sind noch einzubiegen und das Filter entspricht nun der Fig. 176, oder in dem Zustande wie es in den Trichter gelegt wird der Fig. 177.

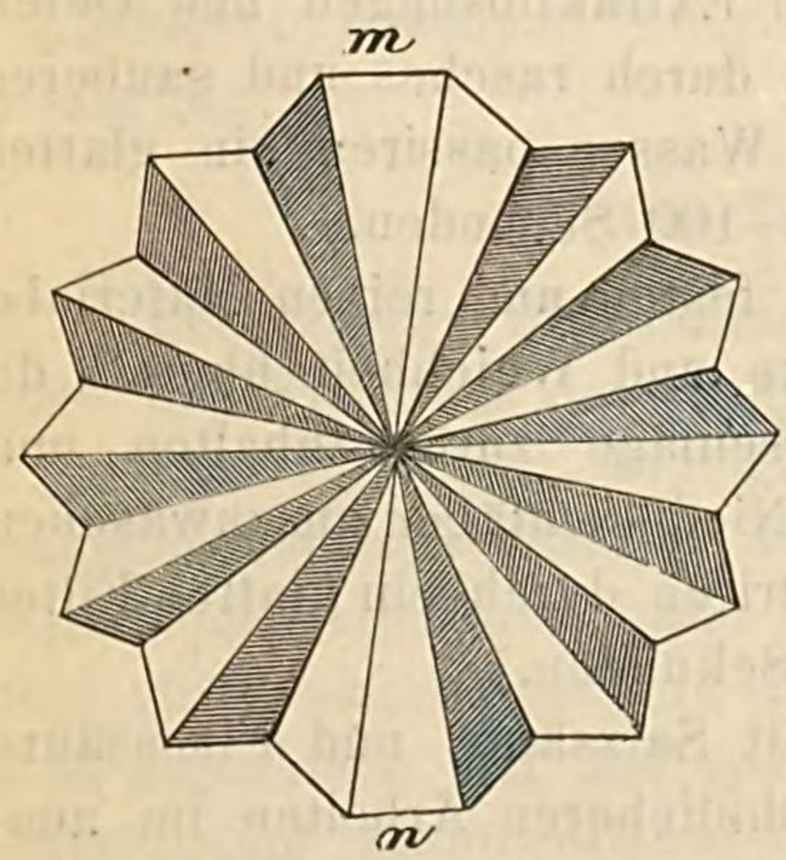


Fig. 175.

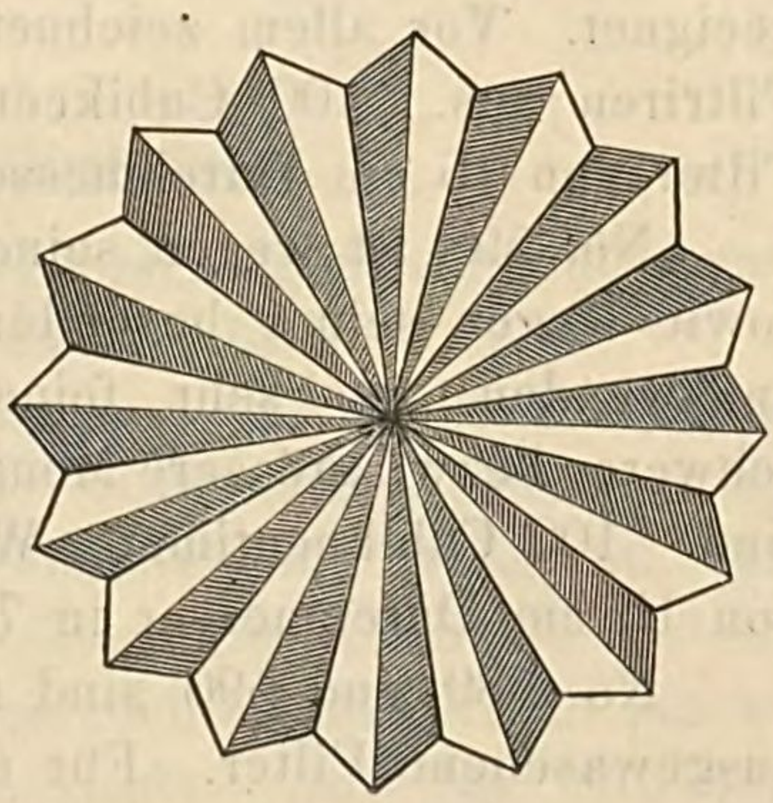


Fig. 176.

Auch von den Faltenfiltern wird eine grössere Menge in Vorrath gehalten, da ihre Herstellung Geduld und Zeit beansprucht, die im gegebenen Falle nicht immer vorhanden sind.

Die Firma Schleicher und Schüll bringt fertig geschnittene runde Faltenfilter in den Handel und erzeugt in neuester Zeit auch sogenannte gehärtete Filter, welche sich durch besonders gute Filtrirfähigkeit, sowie durch Härte und Unzerreissbarkeit auszeichnen sollen. Sie vertragen einen Druck von 2—3 Atmosphären und halten die feinsten Niederschläge zurück.

Der Niederschlag kann im feuchten Zustande leicht abgeschabt und das Filter nach gründlichem Abwaschen wiederholt verwendet werden.[1])

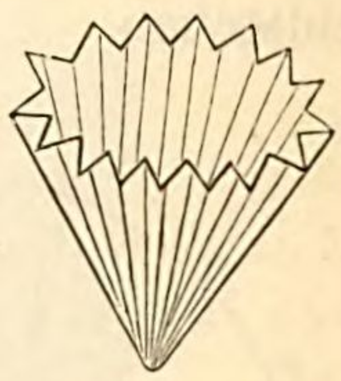


Fig. 177.

Schleicher und Schüll in Düren (Rheinland) erzeugen Filterpapier in mehreren Sorten und geben über die Eigenschaften derselben Folgendes an.

„No. 591 ist ein besonders dickes, kräftiges Papier, welches zur Filtration von Lacken, Fruchtsäften, Syrupen und Oelen wohl das geeignetste des Handels sein dürfte. Bei constanter Filtrationsgeschwindigkeit zeichnet es sich hauptsächlich dadurch aus, dass es dem Filtrat keine abgelösten Fäserchen mittheilt.

No. 595 ist ein dünnes, chlorfreies, geschmackloses Papier, welches, aus bestgeeignetem Rohstoff hergestellt, sich vorzüglich zur Filtration von Wässern, Tinkturen etc. eignet. Die Filtrirgeschwindigkeit beträgt im glatten Filter von 15 cm Durchmesser ungefähr 80 Sekunden für 100 Cubikcentimeter Wasser.

No. 597 ist ein mitteldickes, vollkommen weisses und besonders reines Filtrirpapier, zu allen Zwecken wie voriges, vorzüglich aber auch zu Filtrationen von Extraktlösungen und Oelen geeignet. Vor allem zeichnet es sich durch rasches und sauberes Filtriren aus. 100 Cubikcentimeter Wasser passiren ein glattes Filter von 15 cm Durchmesser in 60—100 Secunden.

No. 598 ist wegen seines guten, festen und reinen Materials, sowie wegen seiner besonderen Dicke und Weichheit überall da anzuwenden, wo sehr feine Niederschläge zurückzuhalten und schwere, bezw. grössere Mengen von Niederschlägen auszuwaschen sind. 100 Cubikcentimeter Wasser filtriren durch ein glattes Filter von 15 cm Durchmesser in 70—100 Sekunden.

No. 589 und 590 sind runde mit Salzsäure und Flusssäure ausgewaschene Filter. Für die gewöhnlicheren Arbeiten im analytischen Laboratorium scheint es nicht rathsam, ein Filterpapier von grösserer Filtrationsgeschwindigkeit anzuwenden, als No. 589. Für gewisse Zwecke jedoch (besonders für Arbeiten im Hütten-

[1]) Phot. Notizen 1891 Nr. 315.

männischen Laboratorium) ist ein solches mit wesentlich loserem Gefüge, welches rasch filtrirt, meistens verwendbar. Aehnlich wie No. 589 verhält sich „No. 589 Schwarzband," welches rascher filtrirt als ersteres.

Falten-Filter erzeugt die Firma noch in drei Sorten.

No. 580. Faltenfilter mit verhärteter Spitze. Diese Filter werden aus demselben bewährten Stoff wie Faltenfilter No. 588 hergestellt. Sie haben den Zweck, den weitgehendsten Ansprüchen an die Festigkeit der Faltenfilter zu genügen. Anwendung finden dieselben daher bei besonders starker Belastung des Filters sowie bei ätzenden, die Spitze der gewöhnlichen Filter leicht beschädigenden Flüssigkeiten.

No. 586. Faltenfilter extradick. Diese Faltenfilter werden aus einem vorzüglichen scharf durchfrorenen, extra-dicken, weichen Filtrirpapier hergestellt. Vergleichende, von Fachleuten angestellte Versuche haben sowohl in Bezug auf sauberes, klares, als auch rasches und gleichbleibendes Filtriren grösserer Mengen ein Resultat ergeben, welches bisher nicht erreicht wurde. Diese Filter sind für Fruchtsäfte, fette Oele, pharmaceutische Syrupe, trübe Weine, Liqueure und sonstige schwierig zu klärende Fluida von unerreichter Leistungsfähigkeit.

No. 588. Faltenfilter gewöhnlich. Dieselben werden aus einem gut gereinigten, chlor- und schwefligsäurefreien Filtrirpapier hergestellt, welches bei grösster Festigkeit rasches und klares Filtriren gestattet. Sie dienen zum Filtriren von zuckerfreien Spirituosen, Essenzen, ätherischen Oelen, Tinkturen, Arzneiwässern, Essig etc. etc."

3. Das Tuchfilter (Colatorium).

Bei grossen Quantitäten von Niederschlägen verwendet man statt des Filtrirens das Durchseihen oder Coliren.

Das Tenakel, Fig. 178, ist ein aus vier rechtwinkelig zusammengesetzten Stäben bestehender Holzrahmen, der an den Kreuzungsstellen der Stäbe kurz aufrechtstehende Stifte hat. Man legt ein Tenakel über das Gefäss, welches die ablaufende Flüssigkeit aufnehmen soll und spannt das befeuchtete Filtrirtuch aus unappretirtem Baumwollzeug über die Stifte. Auf das Filtrirtuch kann man noch 2 Lagen grosses Filtrirpapier geben, um feine Niederschläge zurückzuhalten.

Wollte man erstarrte Gelatineemulsion auf diese Weise von anhängender Flüssigkeit befreien, so bringt man die Nudeln

oder Stücke direct auf das Tuch. Da in diesem Falle die Flüssigkeit freiwillig nur unvollständig abgegeben würde, so löst man das

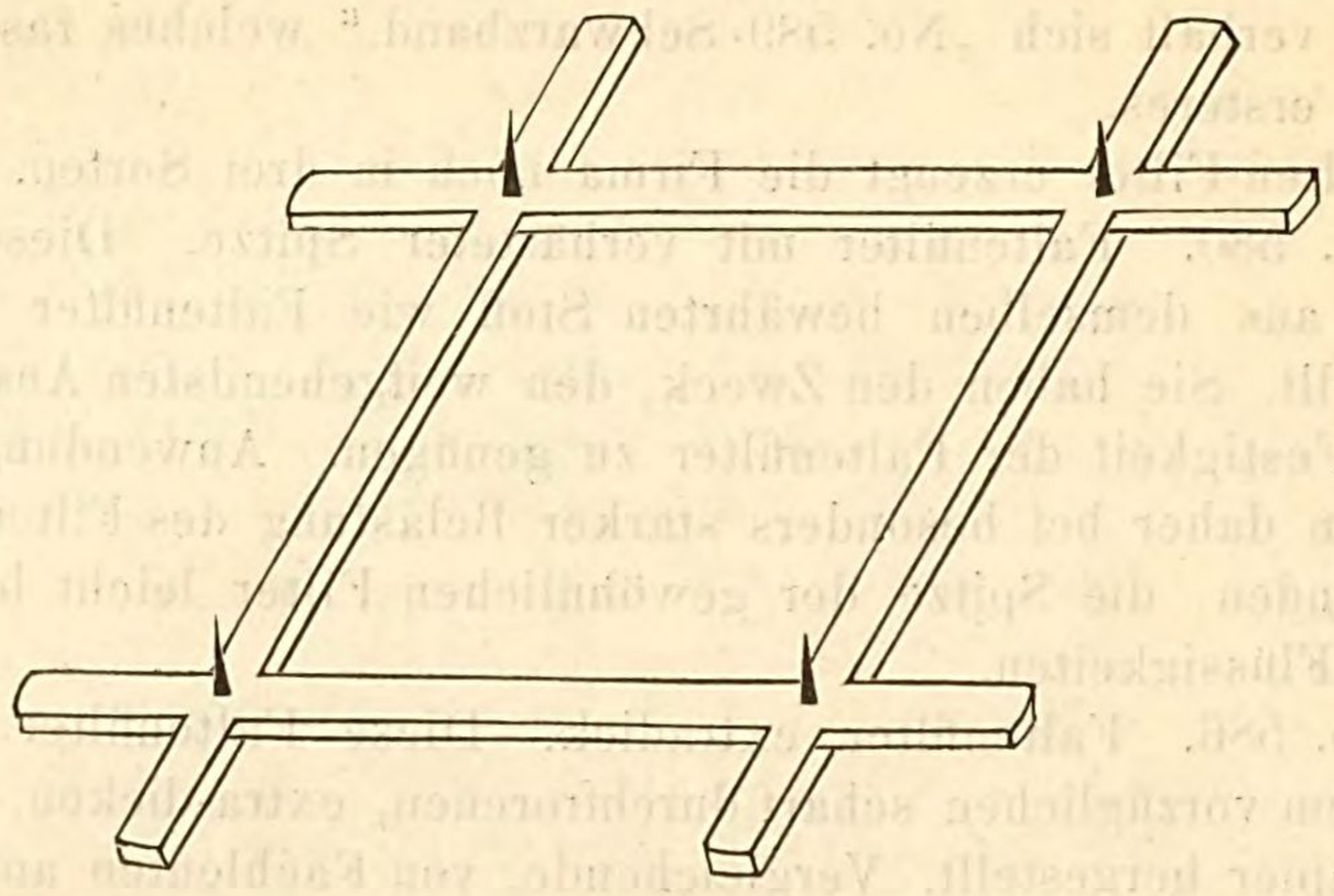


Fig. 178.

Colatorium zuerst von zwei der haltenden Stifte los, bringt die freigewordene Seite des Tuches bis zur andern Tuchseite, biegt die Ränder ein und bringt das Colirtuch ganz vom Colatorium und dreht die beiden Enden, die man in der Hand hält, in entgegengesetzter Richtung zusammen. Die letzten Reste des durchgepressten Wassers werden nicht klar sein und können eventuell durch ein Faltenfilter filtrirt werden.

4. Filtrirgestelle.

Die Trichter werden beim Gebrauche auf ein Filtrirgestell gesetzt.

Fig. 179 ist ein Filtrirgestell aus Holz mit Doppelarm, Fig. 180 zeigt statt der Arme

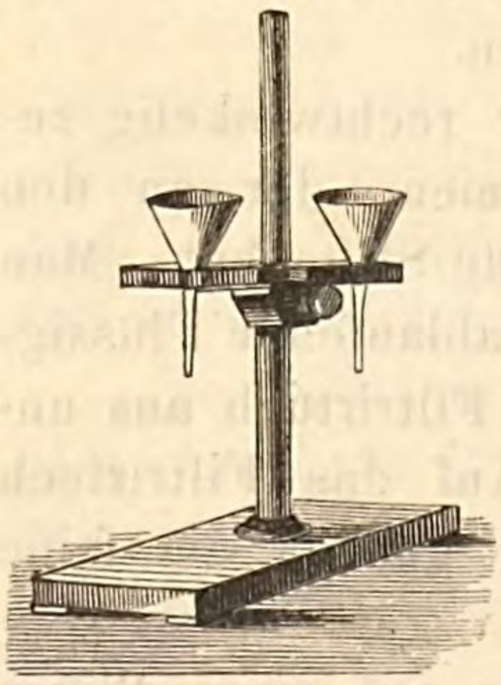


Fig. 179.

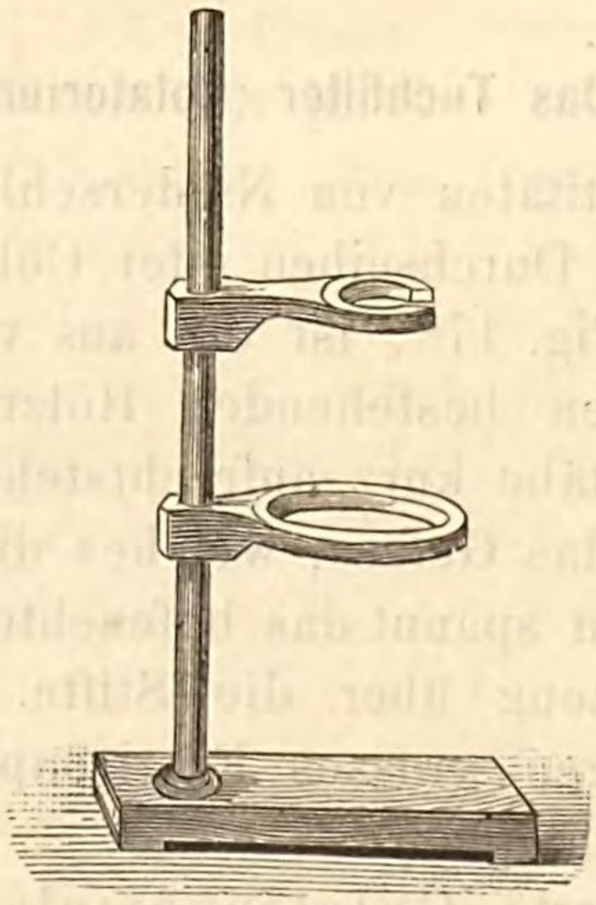


Fig. 180.

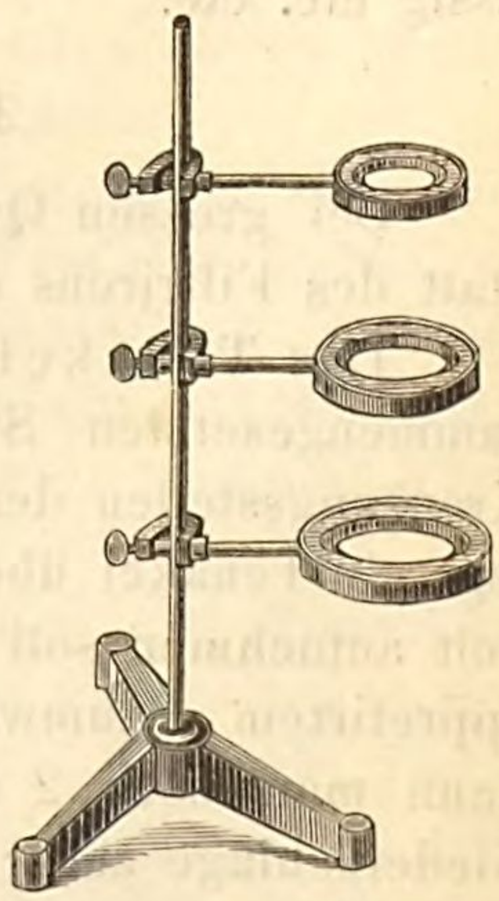


Fig. 181.

Holzringe, Fig. 181 Messingringe, welche mit Holz gefüttert sind.

Fig. 183 zeigt ein Filtrirgestell mit Eisenringen und Fig. 182 ein Filtrirgestell mit Porzellanring. Diese Art der Ringe kann man verwenden, indem man das starke Filter direct in den Ring einsetzt; das Filtriren geht rasch vor sich.

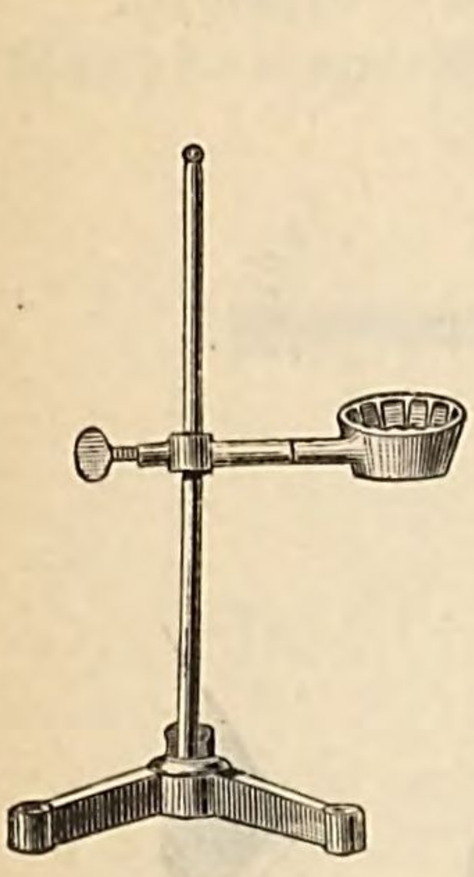


Fig. 182.

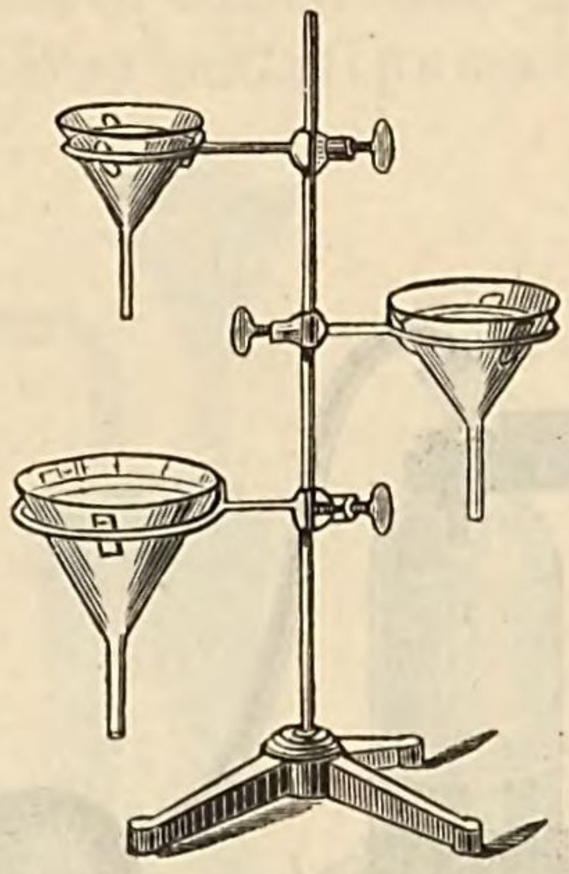


Fig. 183.

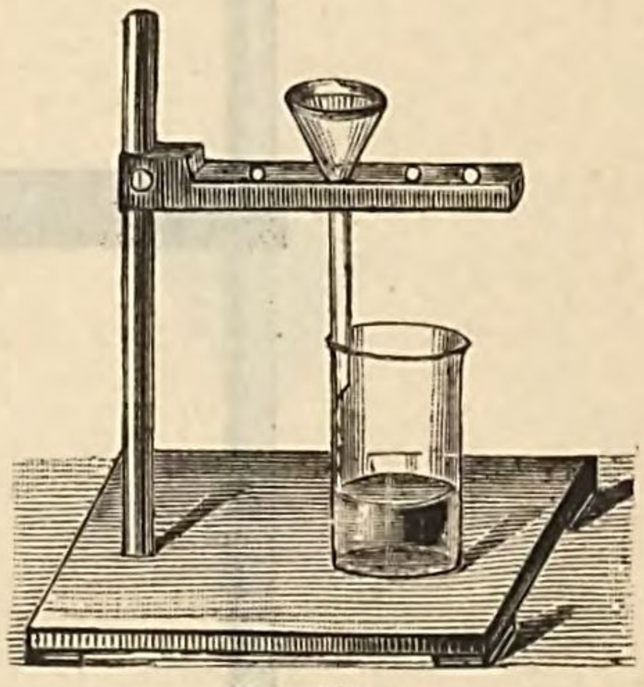


Fig. 184.

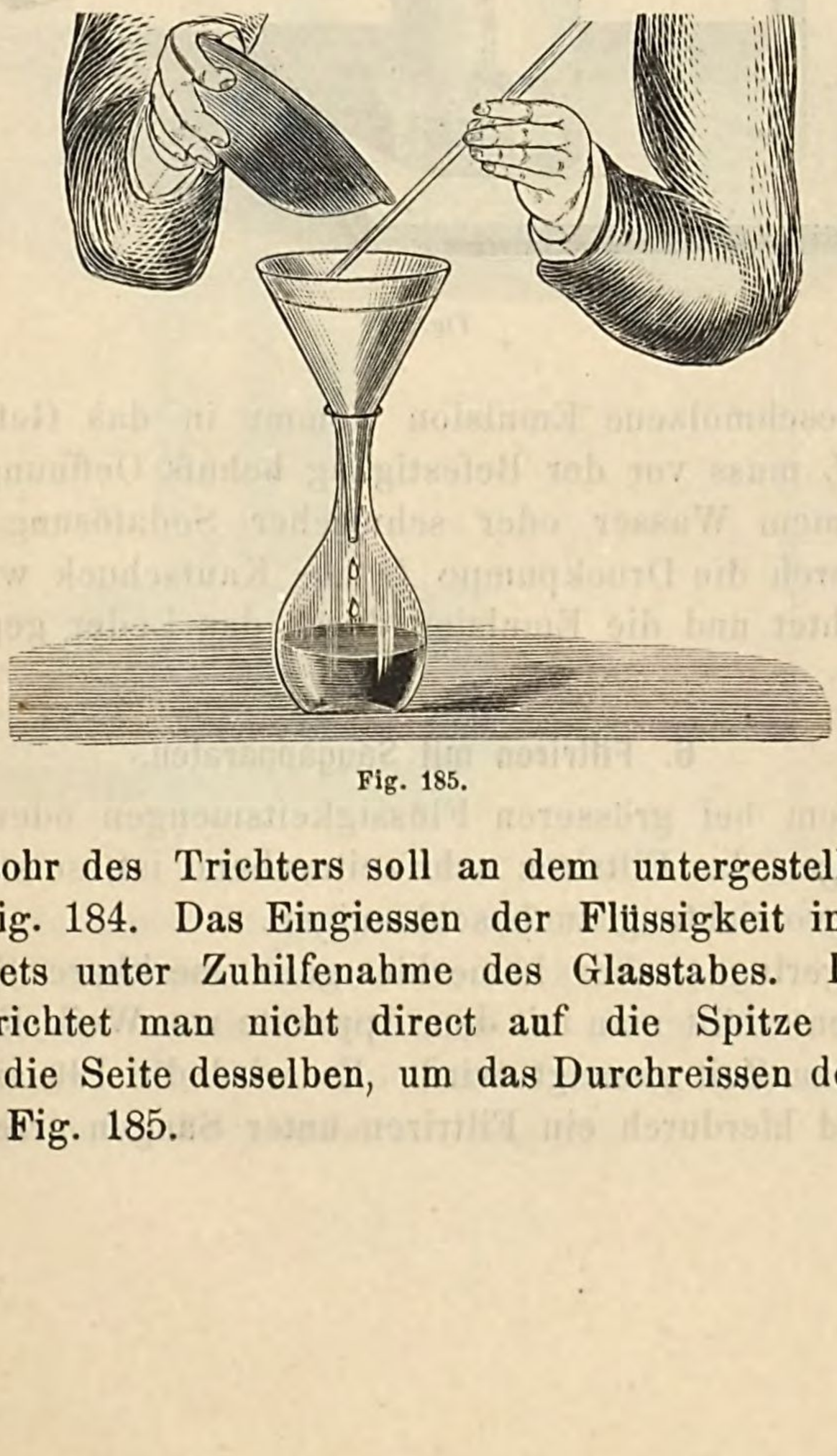


Fig. 185.

Das Rohr des Trichters soll an dem untergestellten Gefässe anliegen. Fig. 184. Das Eingiessen der Flüssigkeit in das Filter geschieht stets unter Zuhilfenahme des Glasstabes. Den Flüssigkeitsstrahl richtet man nicht direct auf die Spitze des Filters, sondern an die Seite desselben, um das Durchreissen des Filters zu verhindern, Fig. 185.

5. Filtriren unter Druck (verdichteter Luft).

Das Filtriren geschmolzener Gelatine-Emulsion zur Entfernung der grobkörnigen Bestandtheile geschieht am besten durch Leder unter Anwendung von Luftdruck.

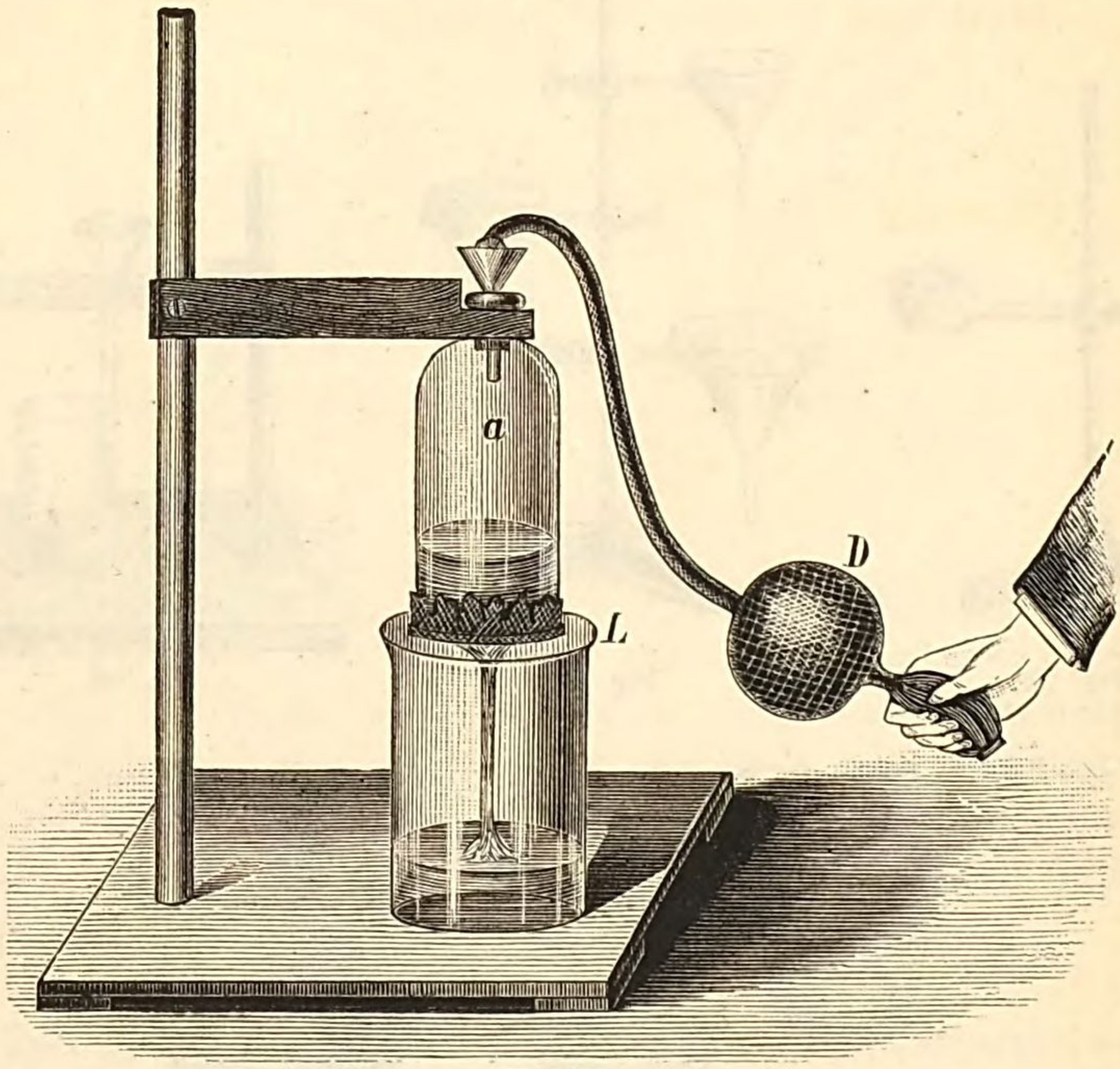


Fig. 186.

Die geschmolzene Emulsion kommt in das Gefäss *a*. Das Leder bei *L* muss vor der Befestigung behufs Oeffnung der Poren mit lauwarmem Wasser oder schwacher Sodalösung gewaschen werden. Durch die Druckpumpe *D* aus Kautschuck wird die Luft in *a* verdichtet und die Emulsion durch das Leder gepresst.

6. Filtriren mit Saugapparaten.

Nachdem bei grösseren Flüssigkeitsmengen oder bei feinen Niederschlägen das Filtriren sehr zeitraubend ist, so sucht man es mittels Saugvorrichtung zu beschleunigen.

Eine geringe, aber immerhin ganz merkbare Saugwirkung beim Filtriren erhält man mit dem Apparate von Weil, Fig, wenn bei *a* von Zeit zu Zeit gesaugt wird. Es wird die Flüssigkeit bei *b* gehoben und hierdurch ein Filtriren unter Saugen erreicht.

Fig. 188 zeigt eine Vorrichtung nach Piccard. Es empfiehlt sich, ein kleines Filterchen *b* zur Verstärkung der Filterspitze in Anwendung zu bringen. Die Filtration geht etwa 10 mal schneller vor sich als auf gewöhnliche Weise.

Grössere Wirkungen erzielt man mittelst der Aspirationsflaschen und der Wasserluftpumpen.

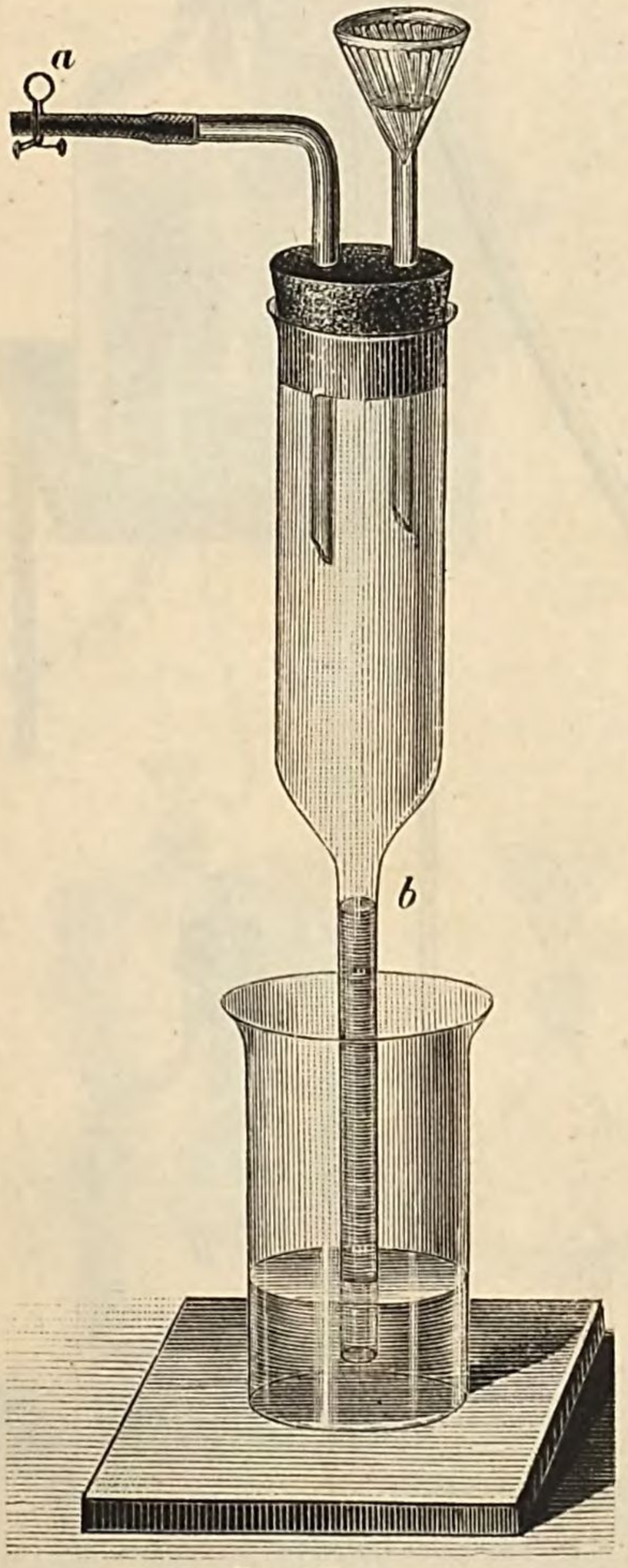


Fig. 187.

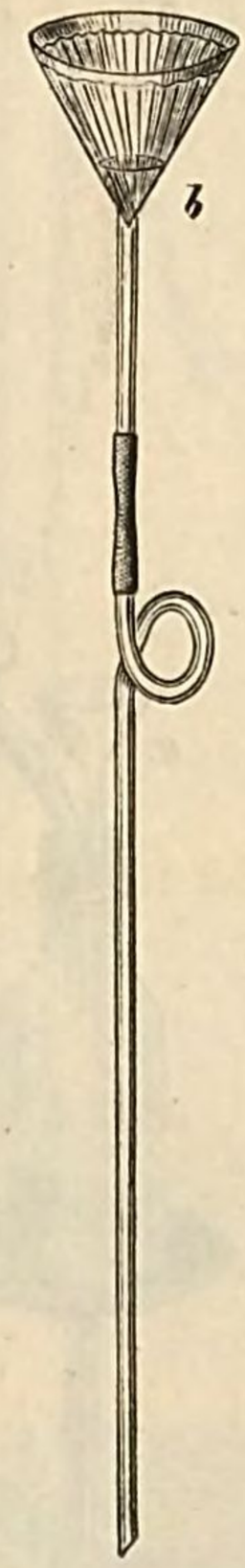


Fig. 188.

Einen einfachen Saugapparat stellt man her, wie es Fig. 189 zeigt. Wenn man das Wasser aus dem Gefässe *A* nach *B* abfliessen lässt, so entsteht oberhalb *A* ein luftverdünnter Raum, daher durch das Filter im Trichter *a* Luft eingesogen wird und die Filtration unter Druckdifferenz beginnt.

Sehr bequem sind die Wasserluftpumpen. Fig. 191 stellt die einfachste For m einer Wasserluftpumpe nach L. de Koniack dar.[1]

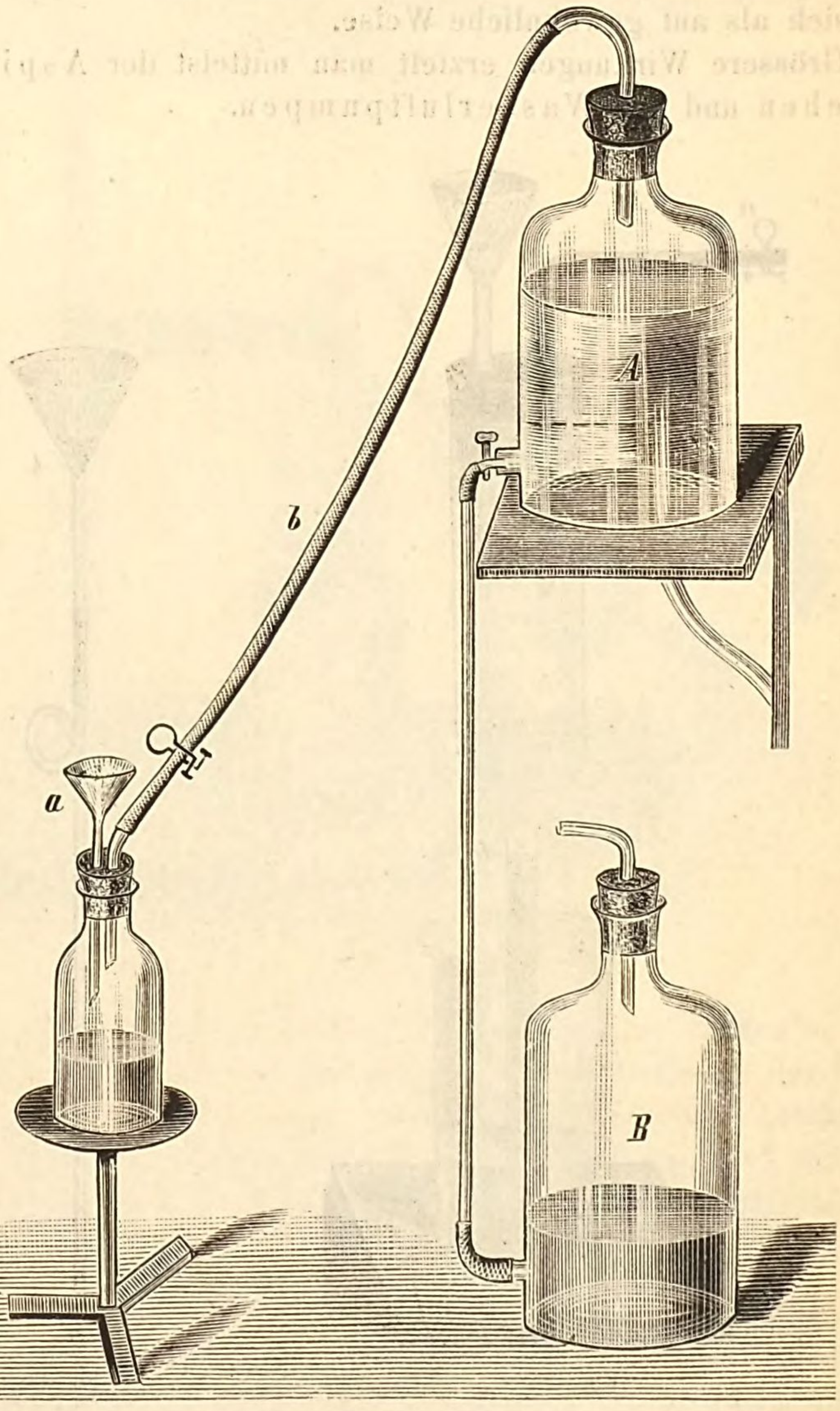


Fig. 189.

Der dickwandige Kautschuckschlauch *a* wird mit der Wasserleitung verbunden.

---

[1]) Lenoir & Forster liefern dieselbe mit einem 2 m hohen Stativ zu 8 fl.

Die Wasserluftpumpe nach Bunsen benöthigt keinen Druck, wohl aber einen ca. 10 m tiefen Abfluss. Ihre Anordnung ist aus Fig. 190 ersichtlich.

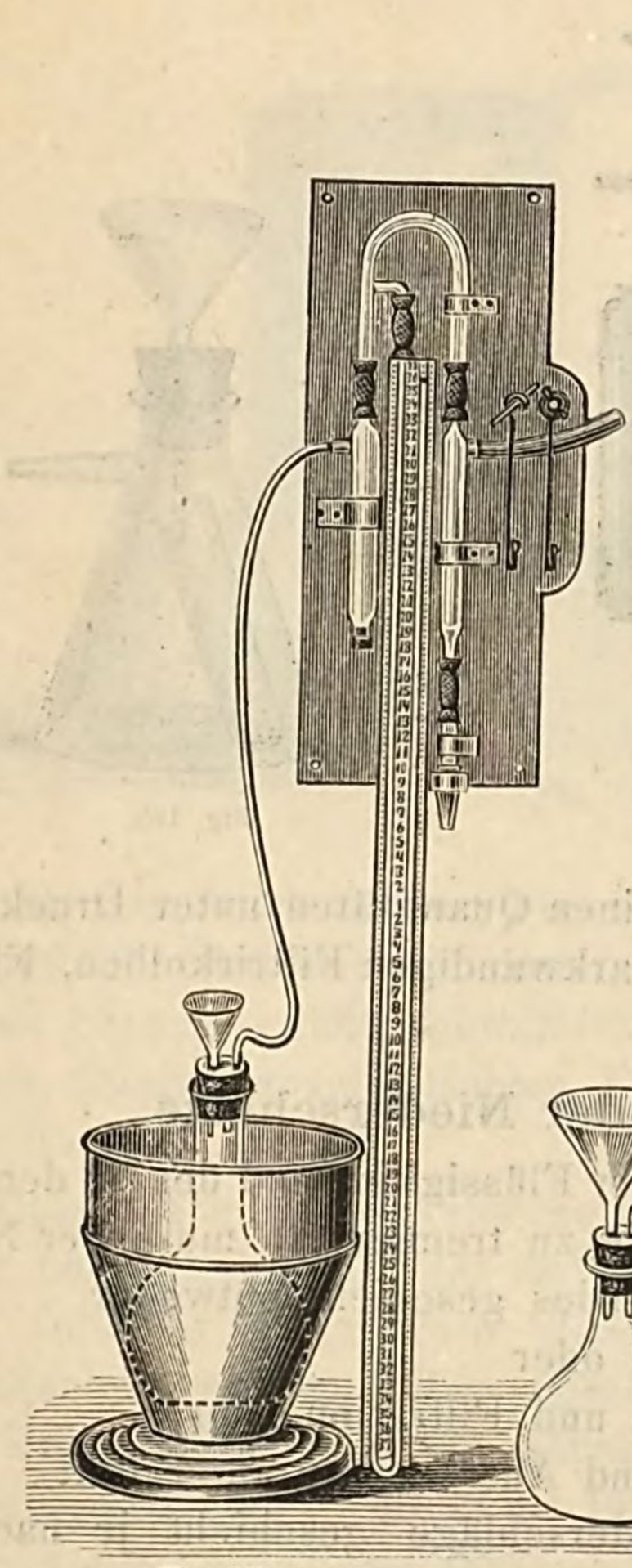


Fig. 190.

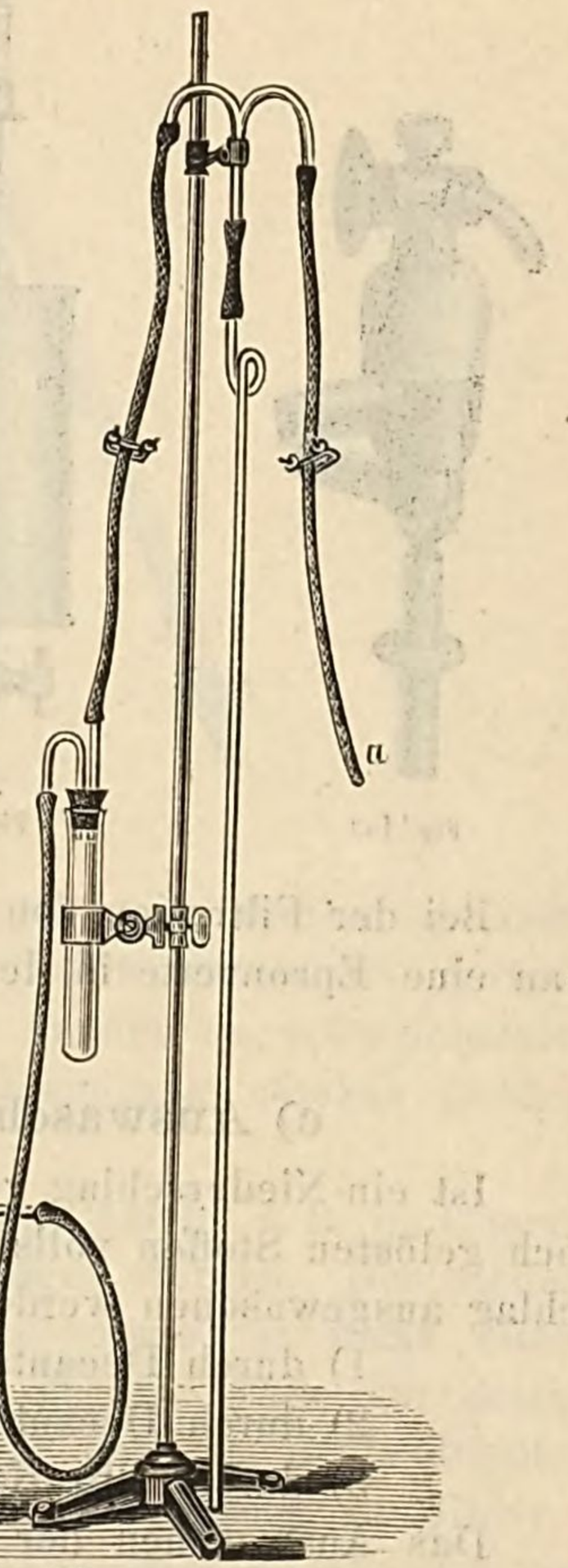


Fig. 191.

Ferner sind zu erwähnen die Wasserstrahlpumpen aus Glas und aus Metall; z. B. die Wasserstrahlpumpe nach Arzberger und Zulkowsky, Fig. 193, nach Fischer Fig. 192 etc.

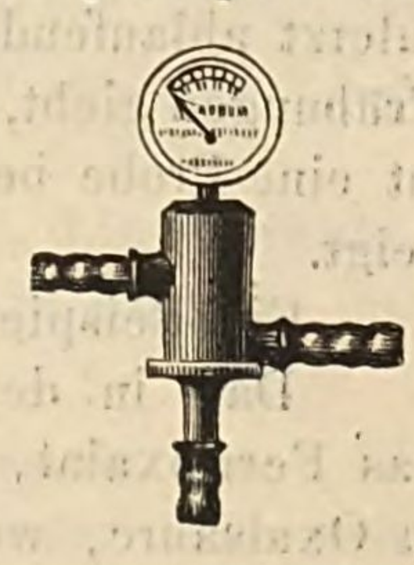


Fig. 192.

Fig. 194 stellt eine Wasserluftpumpe dar, die auch als Gebläse Anwendung finden kann.

Beim Filtriren unter Anwendung von Saugvorrichtungen muss das Filter verstärkt werden und verwendet man zu dem Zwecke käuflich erhaltbare kleine Platinhütchen, welche mit einigen

feinen Löchern versehen sind, auch Pergamentpapier leistet gute Dienste.

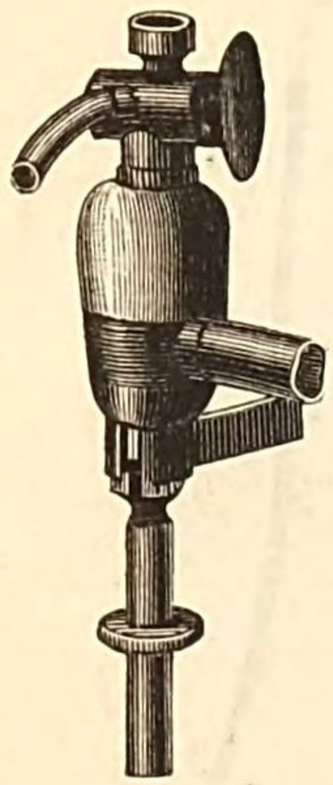


Fig. 193.

Fig. 194.

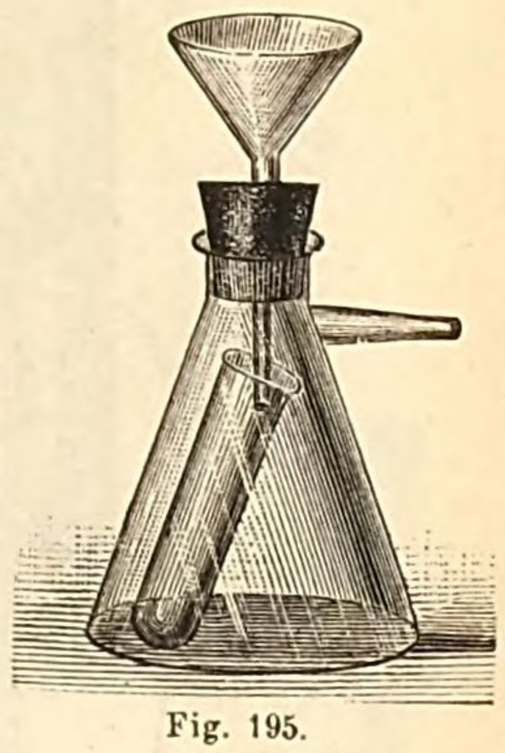


Fig. 195.

Bei der Filtration von kleinen Quantitäten unter Druck stellt man eine Epronvette in den starkwandigen Filtrirkolben, Fig. 195

c) Auswaschen der Niederschläge.

Ist ein Niederschlag von der Flüssigkeit und den in derselben noch gelösten Stoffen vollständig zu trennen, so muss der Niederschlag ausgewaschen werden. Dies geschieht entweder

1) durch Decantation oder
2) durch Decantation und Filtration oder
3) durch Filtration und Auswaschen am Filter.

Das Auswaschen der Niederschläge geschieht je nach der Beschaffenheit des Niederschlages meist mit Wasser und zwar mit heissem oder kaltem Wasser und so lange, bis eine Probe des zuletzt ablaufenden Waschwassers mit bestimmten Zusätzen keine Trübungen giebt, oder Lackmuspapier nicht mehr gefärbt wird, oder ist eine Probe beim Verdampfen am Platinblech keinen Rückstand zeigt.

Ein Beispiel soll Gesagtes erläutern:

Das in der Platinotypie verwendete lichtempfindliche Salz das Ferrioxalat, erhält man durch Auflösen eines Niederschlages in Oxalsäure, welcher durch Füllung von schwefelsaurem Eisenoxydammon mit Soda erhalten wurde.

Angenommen, man hätte die zur Fällung des Eisendoppelsalzes nöthige Menge Soda berechnet und ebenso die durch Wechselwirkung in Lösung bleibenden Salze; sie betragen z. B. 100 gr.

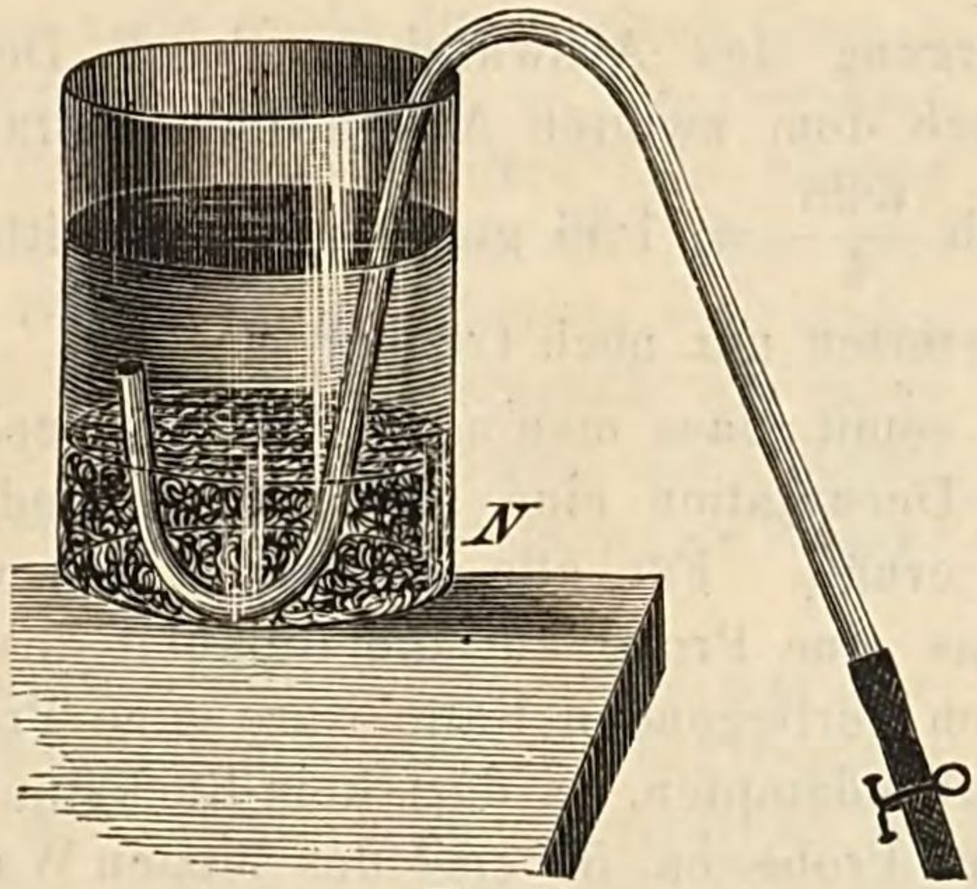


Fig. 196.

Der rothbraune Niederschlag, Fig. 196, welcher kohlensaures Eisenoxyd enthält, wird sich vollständig zu Boden setzen, die darüber stehende Lösung enthält schwefelsaures Ammonium, schwefelsaures Natrium, Spuren überschüssigen Fällungsmittels, nämlich kohlensaures Natrium.

Mittelst des Hebers kann die Lösung, welche z. B. im Ganzen 2 Liter umfasst, bis auf 500 cm^3 abgezogen werden. Der Niederschlag soll nur in reinem Wasser schweben; er muss daher ausgewaschen werden. Dies geschieht in dem Falle am besten durch Decantation. Um die Abnahme an unreinen Bestandtheilen verfolgen zu können, wollen wir folgende Betrachtung anstellen:

In den 2 Litern oder 2000 cm^3 Flüssigkeit befanden sich 100 gr Salze gelöst, somit im Liter 50 gr oder in je 100 cm^3 je 5 gr; nachdem $1^1/_2$ Liter durch Decantation mittelst Heber abgezogen wurde, enthält der Rest der Lösung (500 cm^3) noch $5 \times 5 = 2{,}5$ gr Verunreinigungen.

Man nimmt den Heber heraus und giesst $1^1/_2$ Liter gewöhnlichen kalten Wassers auf den Niederschlag, rührt gut um und lässt wieder absetzen.

Jetzt enthält die ganze Lösung, welche abermals aus 2 Litern besteht, nicht mehr 100 gr lösliche Salze, sondern nur mehr jene 25 gr, welche in den restlichen 500 cm^3 vertheilt waren.

Zieht man jetzt das erste zugesetzte Waschwasser bis auf 500 cm^3, in welchem der Niederschlag suspendirt ist, mittelst Heber ab, so ist selbes nur noch durch $\frac{25\cdot}{4} = 6\cdot25$ gr. Salze verunreinigt.

Dieser Vorgang des Auswaschens durch Decantation wird wiederholt. Nach dem zweiten Auswaschen betragen die Verunreinigungen noch $\frac{6\cdot25}{4} = 1\cdot56$ gr, nach dem dritten $\frac{1\cdot56}{4} = 0\cdot39$ und nach dem vierten nur noch 0·09 gr. u. s. w.

Man sieht somit, dass man nach fünf- bis sechsmaligem Auswaschen durch Decantation eine sehr befriedigende Reinheit des Niederschlages erhält. Für alle Fälle hat man vor Beendigung des Auswaschens eine Probe auf die Reinheit des Waschwassers vorzunehmen; im vorliegenden Falle wäre eine Probe des letzten Waschwassers abzudampfen, es darf kein Rückstand bleiben; oder man versetzt eine Probe ca. 50 cm^3 des letzten Waschwassers mit einer Baryumnitrat-Lösung (1 : 10); es darf kein Niederschlag oder nur eine geringe Trübung entstehen.

Für alle anderen Fälle hat man erst zu überlegen, mit welchem Reagens das Waschwasser zu prüfen ist.

Würde man das Auswaschen statt mit je $1^1/_2$ mit der doppelten Menge Wassers vorgenommen haben, so würde ein dreimaliges Auswaschen durch Decantation genügt haben. Wären grössere Mengen Salzes auszuwaschen, z. B. statt 100 gr 1000 gr, so müsste man im ersten Falle statt 6 mal etwa 8 mal decantiren.

Diese Betrachtungen hat man sich ganz besonders auch beim Auswaschen der Bromsilber-Gelatine-Emulsionen vor Augen zu halten.

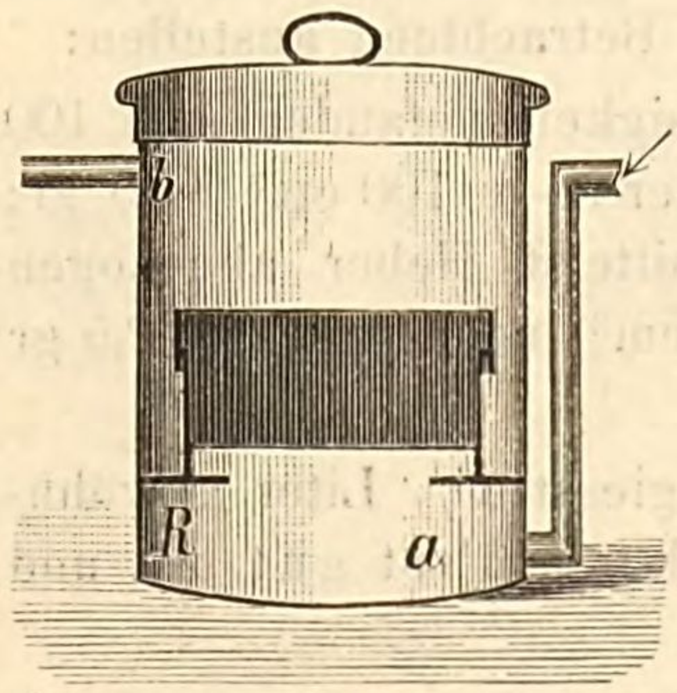


Fig. 198.

Es empfiehlt sich, dieselbe vorerst wiederholt durch Decantation auszuwaschen und sie erst dann in den Waschapparat zu bringen, um die von der Gelatine festgehaltenen Verunreinigungen auszuziehen.

Der Waschapparat besteht aus einem Blechgefäss, welches lichtdicht verschliessbar ist. Auf dem Ringe *R* ruht das mit der Emulsion gefüllte Doppelsieb auf. Das Wasser tritt bei *a* ein, geht durch die Emulsion und fliesst bei *b* wieder ab.

Es wäre nicht rationell, die zerkleinerte Emulsion sofort in fliessendem Wasser zu waschen, da damit bedeutend grösserer Zeit- und Wasserverbrauch verbunden ist, als wenn das wiederholte Auswaschen durch Decantation vorausgeht.

Es kann dies auch leicht durch einen Versuch begründet werden. Giesst man in eine grosse Flasche einen Farbstoff und leitet man hierauf fliessendes Wasser ein, so wird es lange Zeit dauern, bis das Wasser in der Flasche vollständig farblos erscheint, während dies natürlich sehr rasch der Fall sein wird, wenn man vorerst die Flasche ausleert, dann nachwäscht und erst dann das Wasser einleitet.

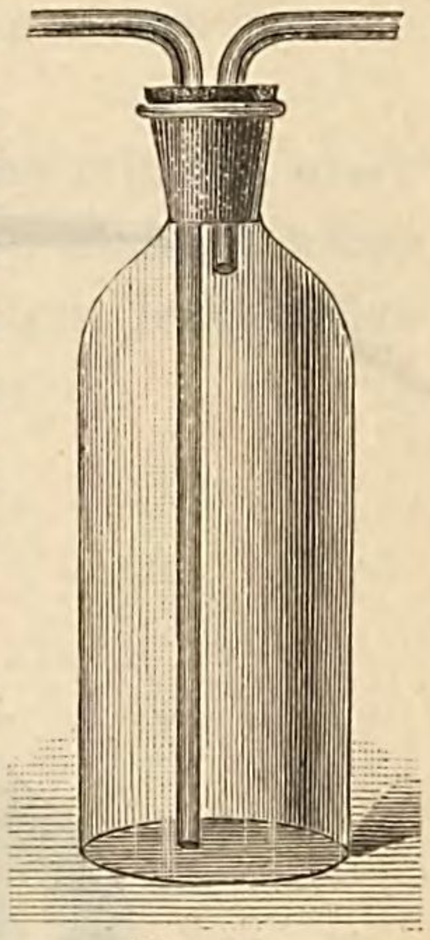


Fig. 199.

Bei gelatinösen Niederschlägen wird das Auswaschen durch Decantation allerdings nicht so rasch vor sich gehen, wie bei einem fein vertheilten od. sehr wenig dichten Niederschlage, da hier das Wasser die Poren rasch durchdringt; es ist daher nöthig, dass die Gelatine-Emulsion nach dem Auswaschen durch Decantation noch einem mehrstündigen Auswaschen in fliessendem Wasser unterzogen wird.

Grössere Mengen Niederschlages wird man nach dem Auswaschen auf das Colatorium bringen, dort abtropfen und nach Bedarf mehr oder weniger vollkommen eintrocknen lassen.

Kleinere Mengen von Niederschlägen bringt man nach mehrmaligem Decantiren des Waschwassers auf ein Filter und setzt nöthigenfalls das Auswaschen fort; event. unter Anwendung der Saugvorrichtungen.

Zum Nachspülen der Niederschläge aus den Bechergläsern, Schalen etc., sowie zum Auswaschen am Filter verwendet man allgemein die sogen. Spritzflaschen.

Fig. 201 stellt eine Spritzflasche für kaltes Wasser dar, sie ist aus starkem Glase, während die Spritzflasche Fig. 200 aus einem dünnwandigen Glaskolben besteht, welcher direct erhitzt werden kann, ohne ein Springen desselben befürchten zu müssen. Der Kolbenhals wird in dem Falle mit einer Korkhülle umgeben, um das Anfassen des Kolbens trotz seines Inhaltes von siedend heissem Wasser zu gestatten.

Die Spritzflasche für heisses Wasser gestattet auch die Ausflussspitze beliebig nach oben oder nach unten zu richten, um den Niederschlag vollständig und bequem aus Bechergläsern heraus-

spülen zu können; zu dem Zwecke lockert man die an den Glaswänden befindlichen Niederschläge mit der Federfahne, Fig. 202.

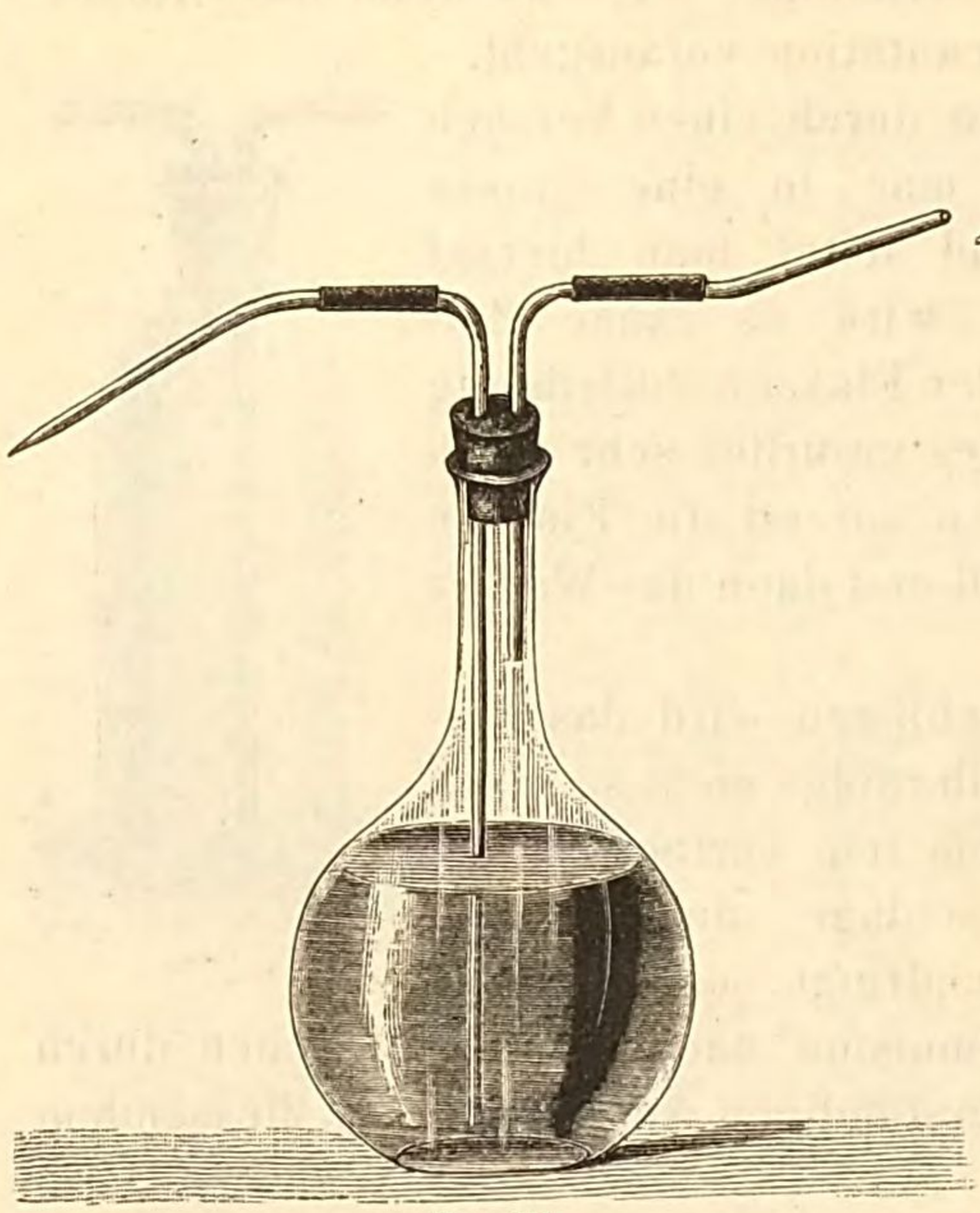


Fig. 200.

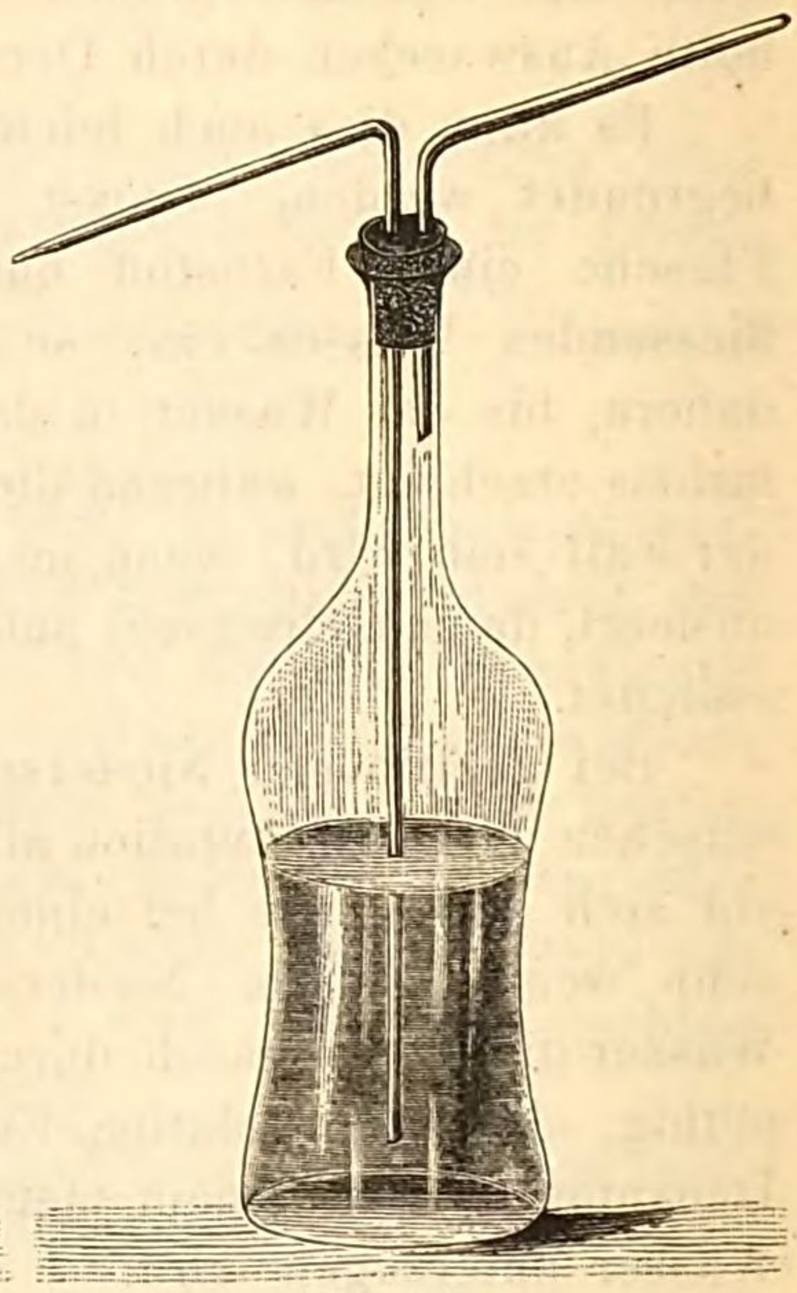


Fig. 201.

Fig. 202.

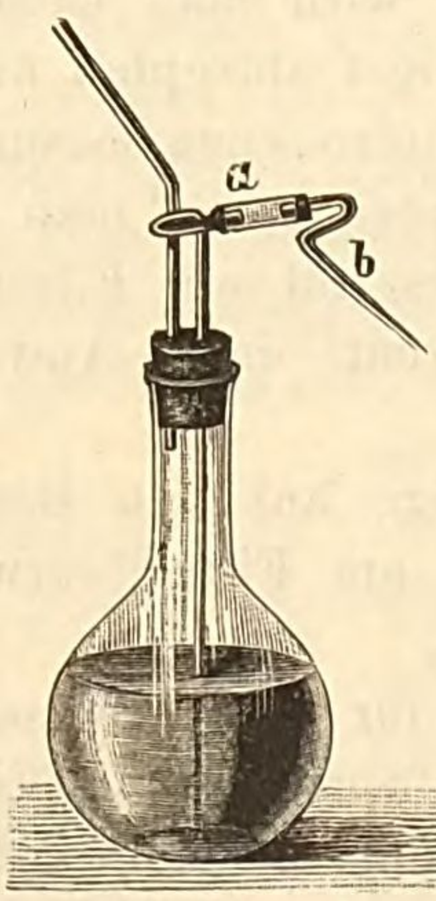


Fig. 203.

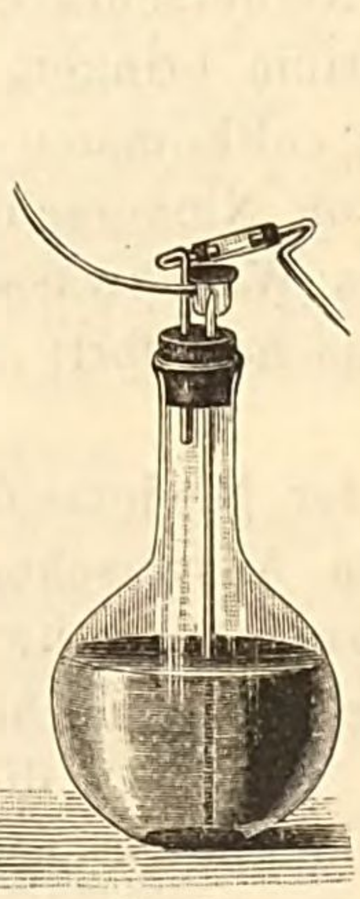


Fig. 204.

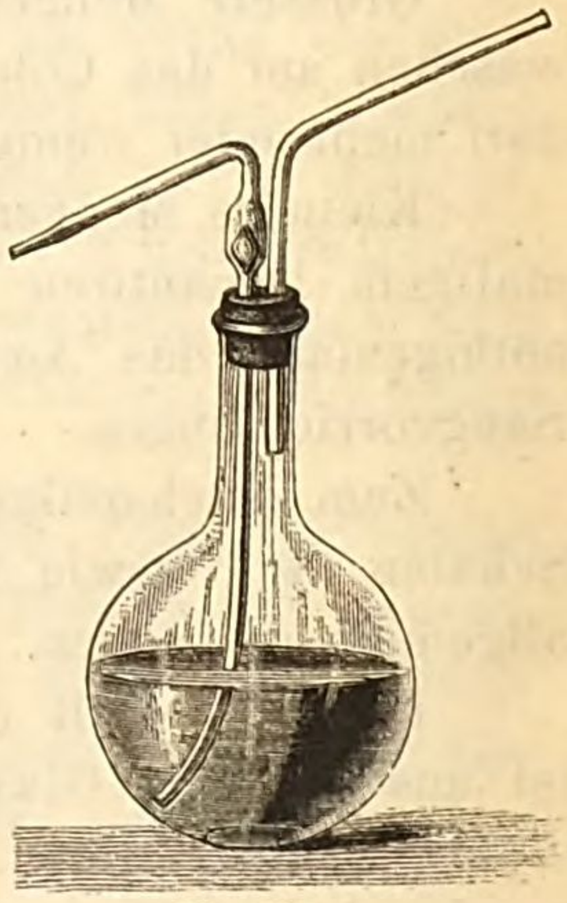


Fig. 205.

Es existiren verschiedene Sorten von Spritzflaschen im Handel, z. B. die Spritzflasche nach Dr. Reischauer, Fig. 204; selbe ist continuirlich wirkend und hat eine Vorrichtung, den Ausfluss beliebig unterbrechen zu können. Fig. 205 zeigt eine Spritzflasche nach C. Söllner mit Glasventil im Ausflussrohr. Fig. 203 zeigt eine Spritzflasche mit Vorrichtung, die Ausflussspitze beliebig nach

unten oder oben zu richten. — Ferner existiren eigene Spritzflaschen für Alkohol und Aether, für Ammoniak etc.

Erfordern Niederschläge ein sehr langes Auswaschen am Filter und will man das Auswaschen während der Nacht fortsetzen, so bedient man sich der Auswaschflaschen oder Nachgiesser.[1])

Fig. 206 zeigt eine derartige Vorrichtung, welche mittelst einer Woulf'schen Flasche hergestellt ist. Beide Röhren[2]) *b* und *c* tauchen im Trichter etwas unter das Niveau der Flüssigkeiten, jedoch das Rohr *b* einige Millimeter weniger tief, als das Rohr *c*.

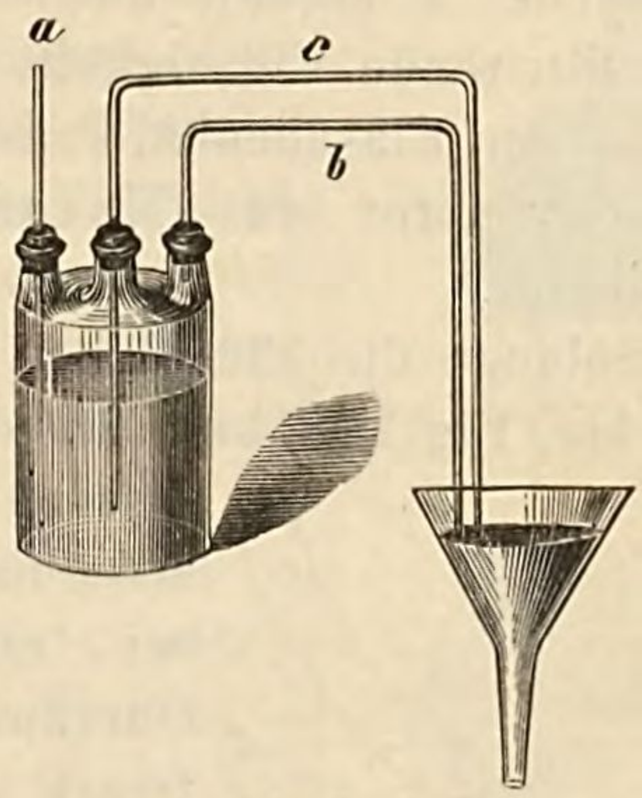


Fig. 206.

Nachdem die Röhre *b* mit dem Finger verschlossen wurde, bläst man durch die Röhre *a*; es wird das Wasser durch *c* in den Trichter getrieben. Wenn die Flüssigkeit im Trichter so tief sinkt, dass die Mündung der Röhre *b* frei wird, dringt Luft durch selbe ein und das Wasser wird durch das Rohr *c* so lange ausfliessen, bis es den Trichter so weit gefüllt hat, dass die Mündung der Röhre *c* wieder verschlossen ist.

Fig. 207 zeigt den von Gay-Lussac angegebenen Nachgiesser. Wäre die Röhre *a* nicht vorhanden, so würde die volle Röhre *b* als Heber wirken und die Flasche vollständig entleeren. Setzt man die Röhre *a* ein, so muss die eindringende Luft den Widerstand der Wassersäule *ff* überwinden, wenn das Wasser in den Trichter abfliesst. Es wird aber nur dann Luft durch *a* ein-

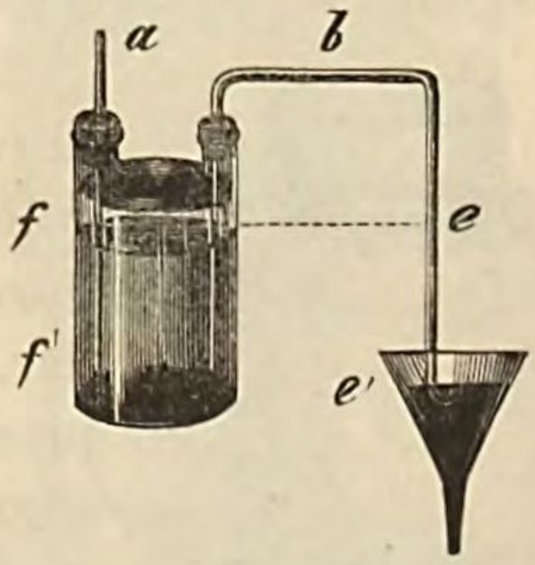


Fig. 207.

[1]) Bauer & Hinterberger, Chemische Technik.

[2]) Man darf die Röhren nicht zu enge wählen; alle Verschlüsse müssen luftdicht sein.

dringen können, wenn der Zug der Wassersäule *ee* grösser ist, als der Widerstand der Wassersäule *ff*. Sind die Röhren gleich weit, so fliesst so lange Wasser durch die Röhre *b* ab, bis im Trichter das Wasser so hoch steigt, dass *ee'* gleich *ff'* ist, und das Nachfliessen beginnt in demselben Momente, als so viel Flüssigkeit vom Filter abgetropft ist, dass die Wassersäule *ee* länger geworden ist als *ff*. Man kann ein Nachfliessen auch sogleich bewerkstelligen, wenn man das Rohr *a* etwas hebt und somit die Wassersäule *ff* verkürzt.

Fig. 208 zeigt einen Aussüss-Apparat nach Berzelius. Die Flasche *A* enthält das Waschwasser oder die zu filtrirende Flüssigkeit. Das 1 cm weite Röhrchen im Flaschenhalse ist schief gebogen und taucht unter das Niveau der Flüssigkeit im Trichter.

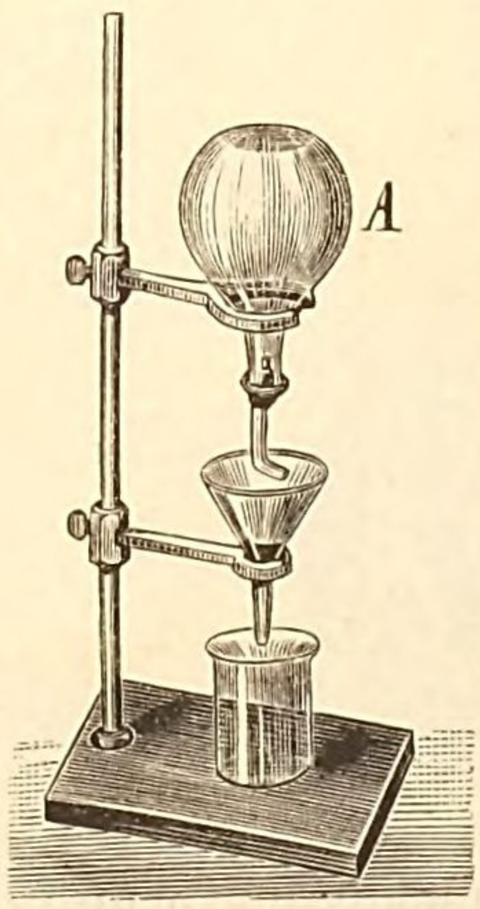


Fig. 208.

Solange die Flüssigkeit im Trichter die Höhe *aa* hat, Fig. 209, kann aus der Flasche nichts ausfliessen; sinkt sie aber tiefer, etwa nach *bb*, so überwindet bei einem entsprechenden Durchmesser der Röhre der Druck der äusseren Luft die Capillarität und die Luft dringt in einzelnen Blasen in die Flasche, wogegen Wasser so lange aus der Flasche ausfliesst, bis die Oeffnung der Röhre wieder geschlossen ist.

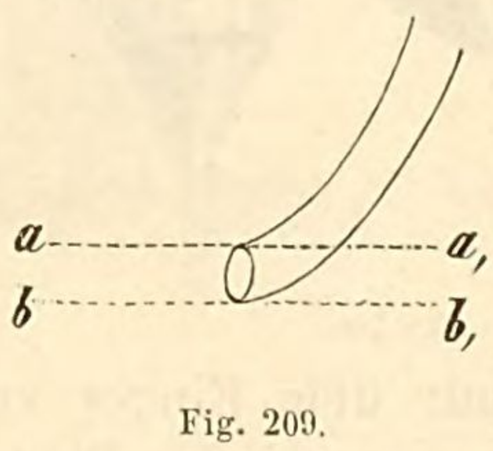


Fig. 209.

Gelatine, Gummi, Dextrin, Caramel, Eiweiss, Gerbsäure, Extractivstoffe etc. (die sogen. Colloide) können in Lösung von anderen gelösten krystallisirbaren Körpern (Krystalloide) durch den Vorgang der Dialyse befreit werden.

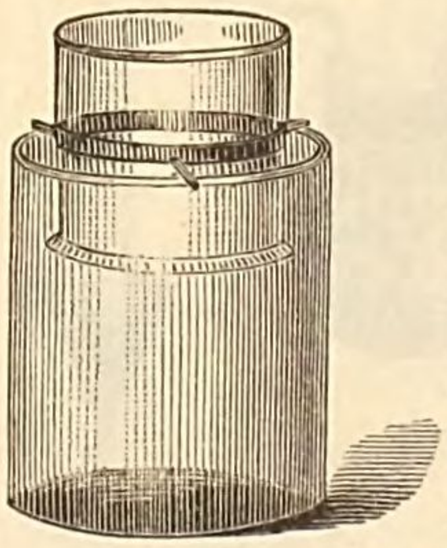


Fig. 210.

Die Krystalloide[1]) haben die Eigenschaft, durch Pergamentpapier in das Wasser überzutreten, während die Colloide zurückbleiben. Der Apparat Fig. 210 stellt einen Dialysator aus Glas dar. Das Pergamentpapier ist nichtplanirtes Papier, welches durch kurzes Eintauchen in Schwefelsäure eine pergamentähnliche Consistenz und grosse Festigkeit erhält und in vielen Fällen die thierische Blase ersetzen kann. Die zu reinigende Substanz wird in das kleine Gefäss, welches unten mit

[1]) Zu den Krystalloyden gehören alle krystallisirten Körper.

Pergamentpapier verschlossen ist, eingefüllt; die Krystalloide gehen durch diese Scheidewand in das untere mit Wasser gefüllte Gefäss über.

d) Trocknen von Niederschlägen und Körpern.

Sollen Niederschläge am Filter getrocknet werden, so geschieht dies entweder bei gewöhnlicher Temperatur oder durch Erwärmen, Fig. 211.

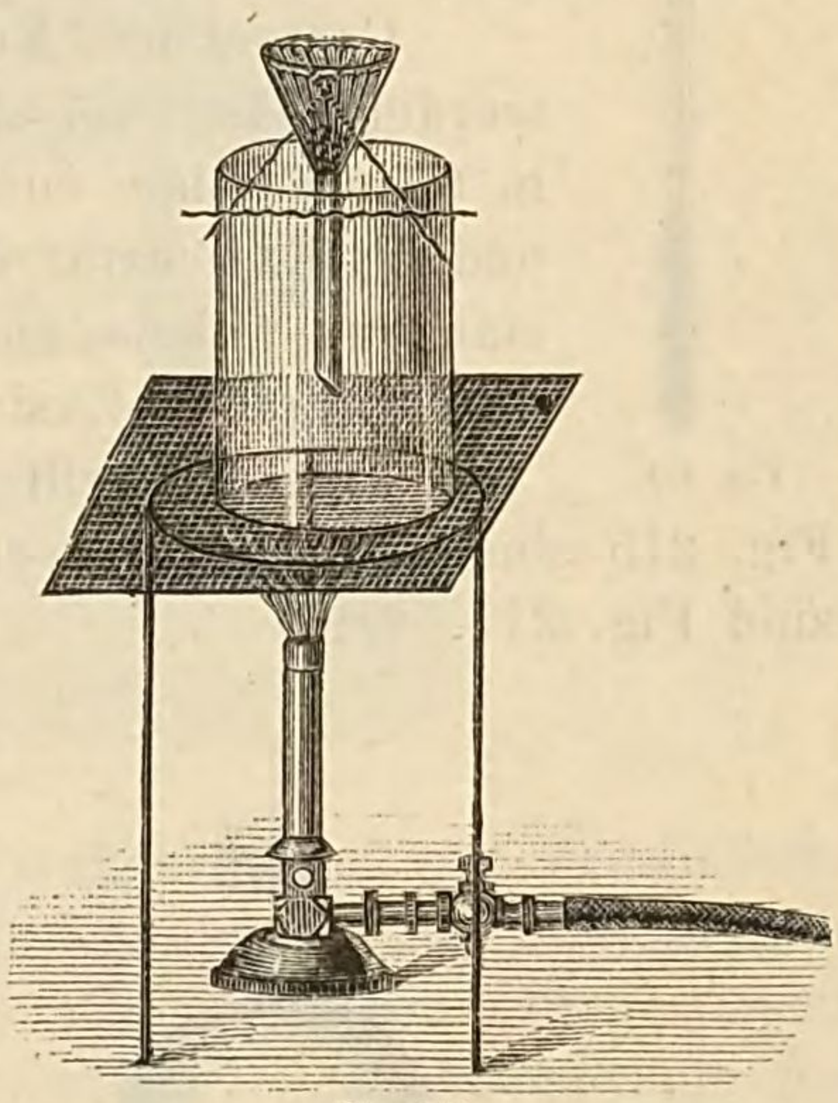


Fig. 211.

Um grosse Mengen von Niederschlägen zu trocknen, pflegt man mitunter auch die ausgebreiteten Filter auf poröse Thonplatten etc. zu legen, damit die Flüssigkeit abgesaugt wird; in manchen Fällen können die Niederschläge zwischen Tuch einem starken Drucke ausgesetzt werden, wodurch das Wasser abgepresst wird.

Um die letzten Spuren von Feuchtigkeit wegzubringen, werden die Niederschläge in Tiegeln erhitzt und geglüht; wenn hohe Temperaturen Zersetzungen erzeugen, so verwendet man Luftbäder etc. Man hat sogen. Wasserluftbäder, Fig. 212, mit doppelten Wänden aus Blech zum Einfüllen von Wasser für Temperaturen bis 100° C, ferner Luftbäder mit einfachen Wänden von Kupfer, Fig. 213 etc. Das Gefäss *g* hat den Zweck, die bei *a* entweichenden Wasserdämpfe zu condensiren.

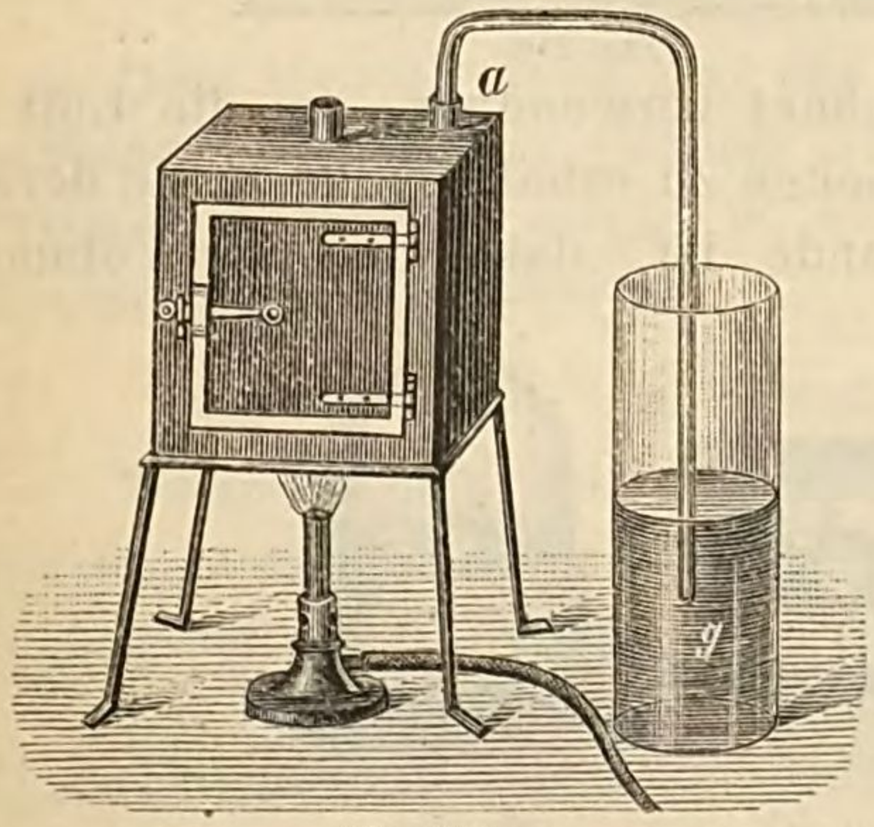


Fig. 212.

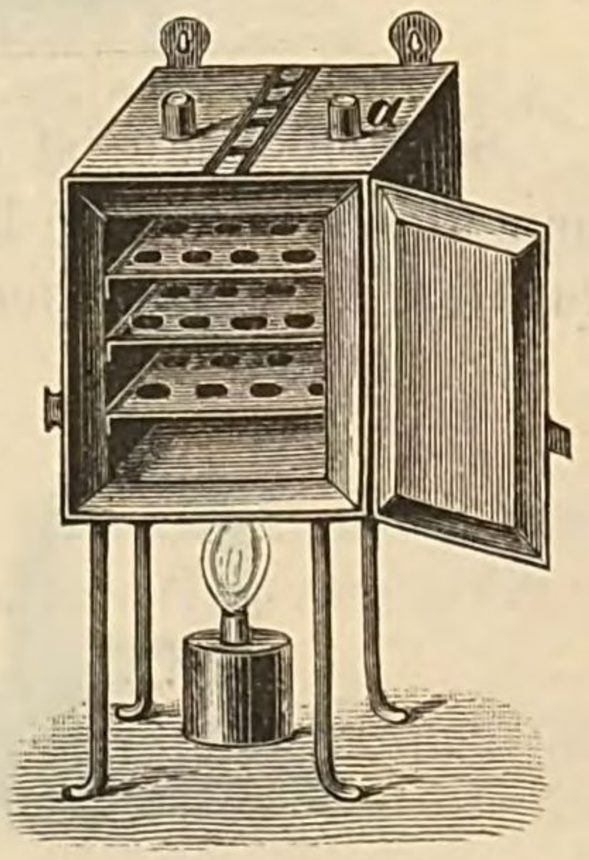


Fig. 213.

In Fig. 213 wird bei *a* das Thermometer eingesetzt, um die Temperatur beobachten zu können. Durch Regulirung der Gasflamme sucht man die Temperatur constant zu erhalten. Mit Hülfe von Gasregulatoren lässt sich der Zweck besser erreichen. Fig. 214 stellt z. B. einen Gasregulator nach Reichert dar; er wirkt durch Ausdehnung von Quecksilber und dient für Temperaturen bis 360 °.

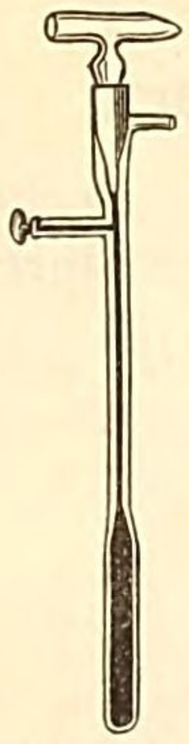


Fig. 214.

Getrocknete Niederschläge oder andere Substanzen werden, damit sie nicht wieder Feuchtigkeit aufnehmen, in Glasröhrchen oder zwischen Uhrgläsern verschlossen und im Exsiccator über Schwefelsäure aufbewahrt. Substanzen, welche nicht erhitzt werden dürfen, trocknet man direct im Exsiccator.

Fig. 216 stellt einen Exsiccator nach Schrötter und Fig. 215 einen solchen für verdünnte Luft vor. Einfache Formen sind Fig. 217—219.

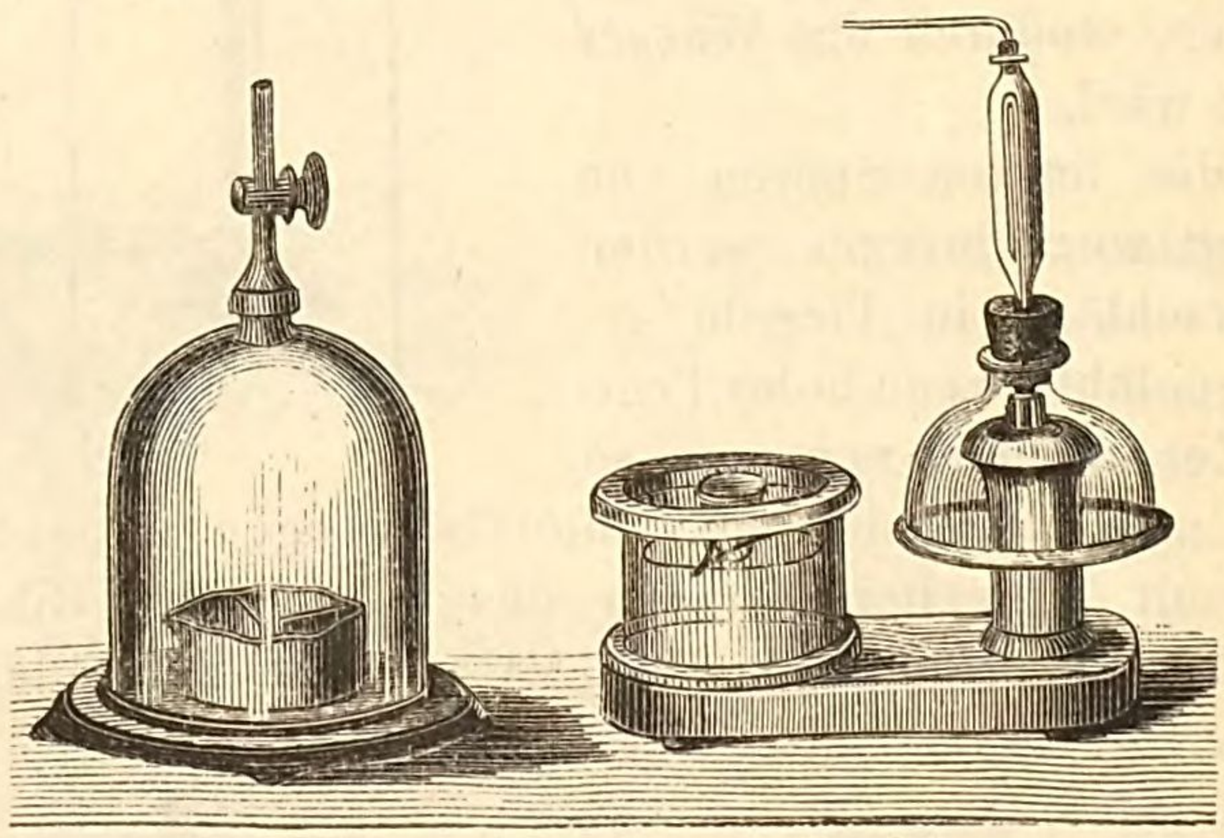


Fig. 215. Fig. 216.

Schwefelsäure ist ausgezeichnet verwendbar, um die Luft in einem abgeschlossenen Raume trocken zu erhalten, indem sie derart Feuchtigkeit anzuziehen im Stande ist, dass sich ihr Volumen

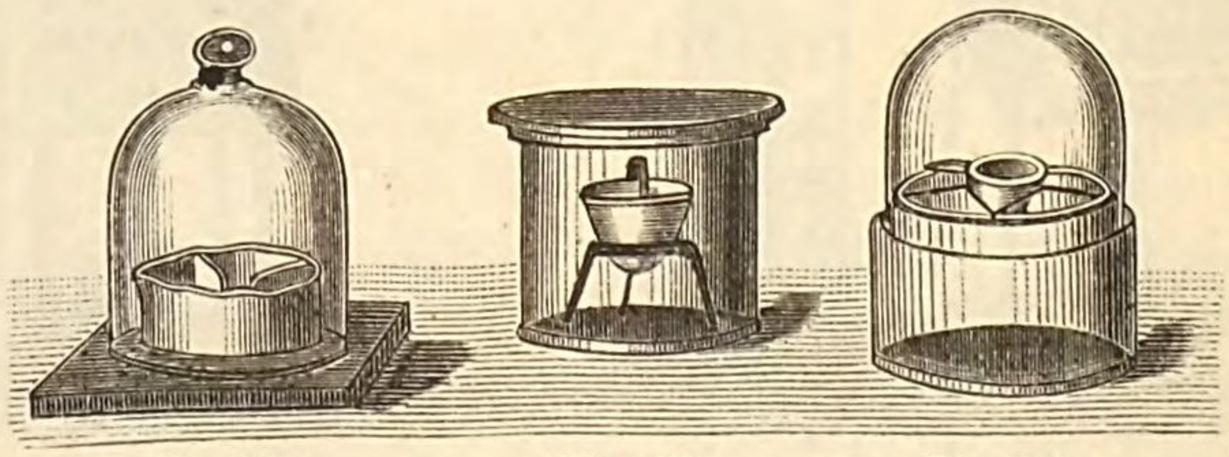


Fig. 217. Fig. 218. Fig. 219.

allmählich bis über das zehnfache durch Aufnahme von Wasserdämpfen zu vergrössern vermag.

Das Trocknen in freier Luft unter Erwärmung geschieht auch unter Anwendung von eigenen Apparaten. Fig. 220 stellt einen Vierfuss mit Schlangenbrenner dar, welcher mit einer Vorrichtung zum Einlegen von Drahtnetzen zur Erhaltung der gleichmässigen Temperatur eingerichtet ist.

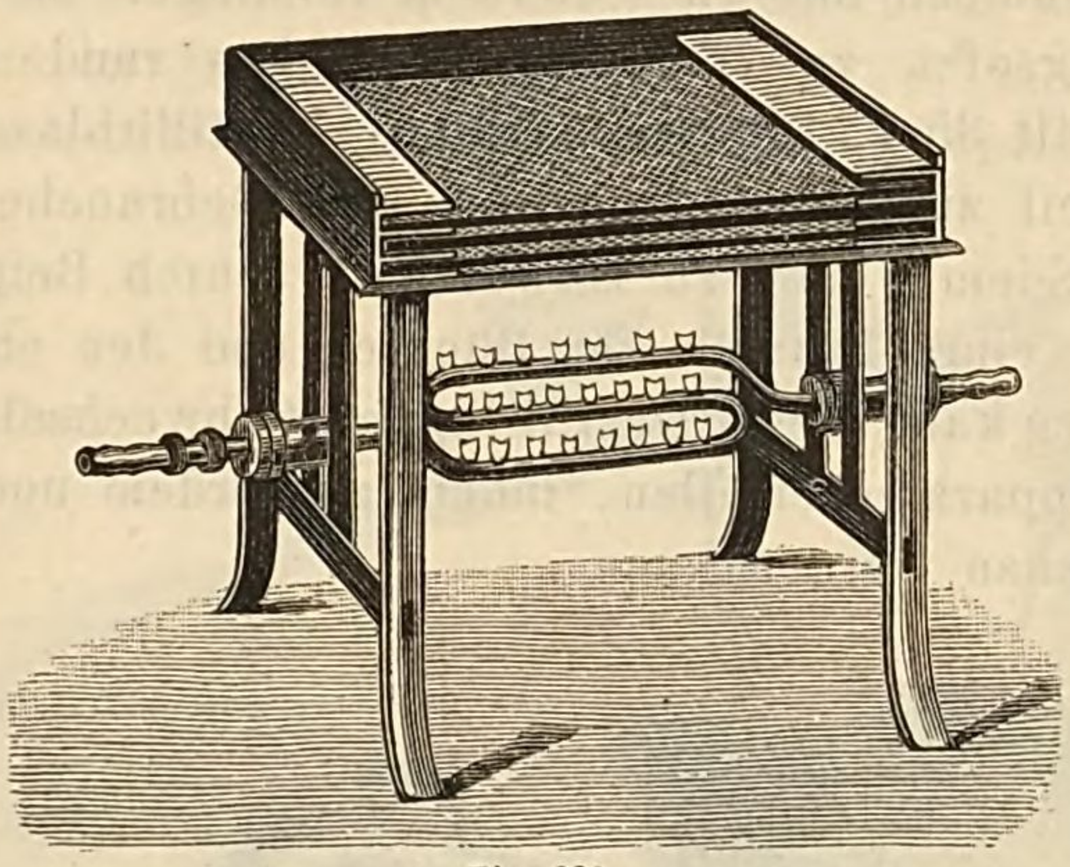


Fig. 220.

Ueber die Einrichtung von Trockenräumen mit Ventilatoren sowie über Trockenkästen geben die Handbücher der Photographie eingehend Aufschluss; es sei hier nur nochmals darauf hingewiesen, dass die Anwendung von Hygrometern[1]) zur Ausmittlung der günstigsten Trocknungsverhältnisse bei manchen photographischen Processen bestens zu empfehlen ist.

6. Trennung flüchtiger Stoffe von minder- oder nichtflüchtigen Körpern.

Hier sind zu erwähnen das Abdampfen, die Destillation, die Sublimation und das Glühen. Nachdem das Abdampfen bereits ausführlich erörtert wurde, so bleiben nur noch die drei letzteren Operationen zu besprechen.

a) Destillation.

Während beim Abdampfen nur der Rückstand einer Lösung gewonnen wird, erhält man bei der Destillation auch die verflüchtigende Flüssigkeit.

Die Destillation hat also den Zweck der Trennung einer flüchtigen Flüssigkeit von einer weniger flüchtigen und einem festen Körper.

---

[1]) Siehe Lainer's „Phot. Chemie." S. 23.

Bei der Destillation des Brunnenwassers erhält man als Destillationsproduct (Destillat) das destillirte Wasser, während die festen Bestandtheile zurückbleiben; man bedient sich dazu kupferner Destillirblasen mit Helm und Kühlvorrichtungen von Zinn.

Fig. 221 ist ein Destillirapparat mit leicht transportablem Ofen aus Eisenblech mit gusseisernem Rostlager, der zugleich als Zimmerheizungsofen zu verwenden ist. Der runde Dampfkessel aus Kupfer hält 35 l, Kühltonne 140 l, Destillirblase 14 l, es ist deren Obertheil zum Abnehmen und zum Gebrauche für Destillationen über freiem Feuer zu verwenden. Durch Beigabe von Abdampfschalen, einer Rotunde für Büchsen und den entsprechenden Infundirbüchsen kann dieser Destillirapparat abwechselnd den Zweck eines Dampfapparates erfüllen, indem ausserdem noch destillirtes Wasser gewonnen werden kann.

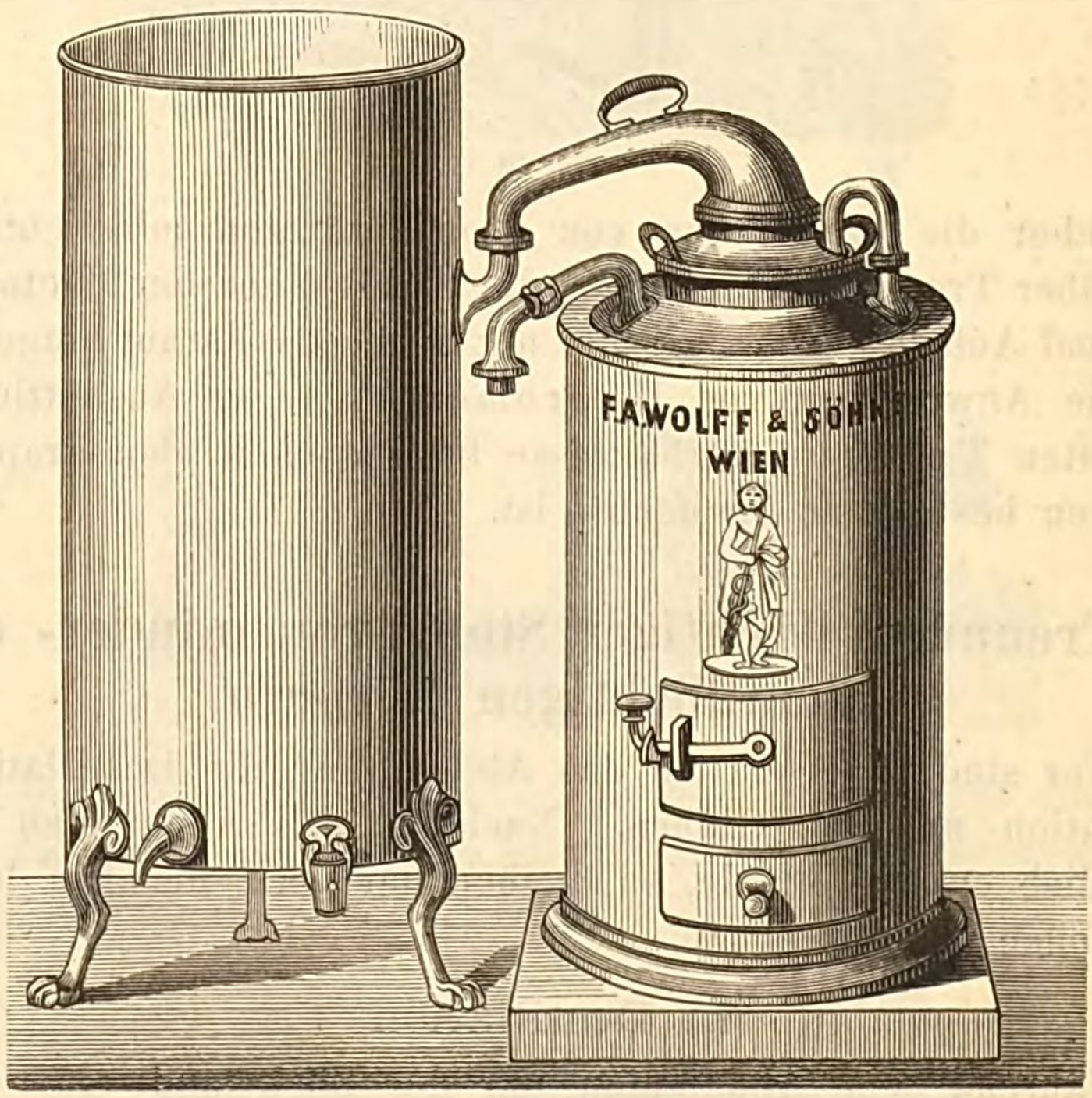


Fig. 221.

Es existiren auch kleine Destillirapparate für die directe Destillation mit einem kupfernen Kessel zu 10 l. Die Kühltonne von Zink ohne Ablasshahn fasst 43 l. Ausstattung sonst wie bei Fig. 221 und dient auch hier der beigegebene Ofen als Wind- und Zimmerheizungsofen.

Bei Destillationen im Kleinen benützt man Gefässe aus Glas, Retorten oder Kolben. Das Erhitzen geschieht entweder am offenen Feuer oder unter Benutzung von Bädern. Die Destillirgefässe müssen sehr allmählich angewärmt werden und empfiehlt es sich, das Gefäss bis über die Hälfte mit einem haubenförmigen Drahtnetz zu umhüllen. Das Sieden erfolgt dann nicht nur vom Boden, sondern auch von der Seite.

Die einfachste Form eines Destillations-Apparates stellt Fig. 222

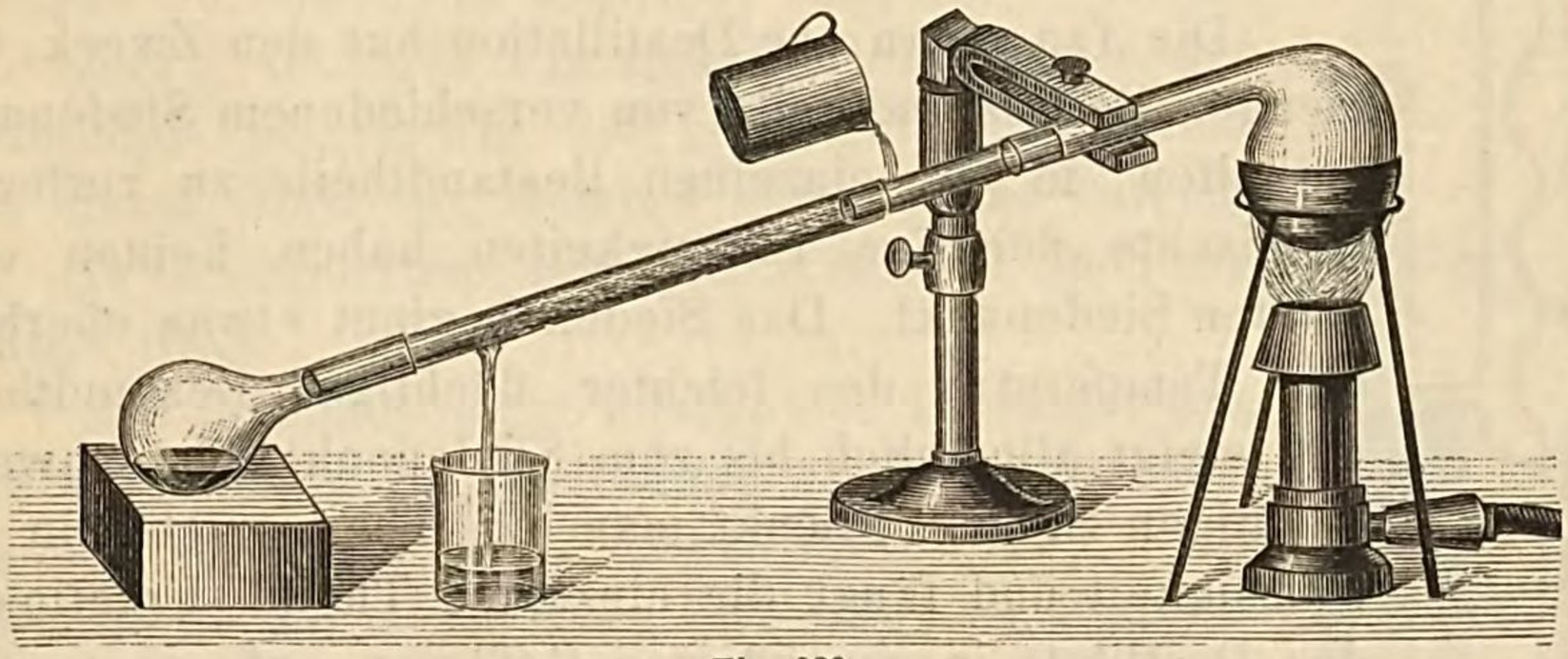


Fig. 222.

dar. Hier wird die Kühlung der durch das Glasrohr abziehenden Dämpfe durch zeitweise begossenes Filtrirpapier angestrebt. Vollkommen wird der Zweck durch den Liebig'schen Kühlapparat erreicht. Fig. 223.

Hätte man Salpetersäure, Brom und derartige Substanzen zu destilliren, so müssten die Kork- oder Gummistopfen durch einen Asbeststöpsel zum Ineinanderfügen der Röhren ersetzt werden.

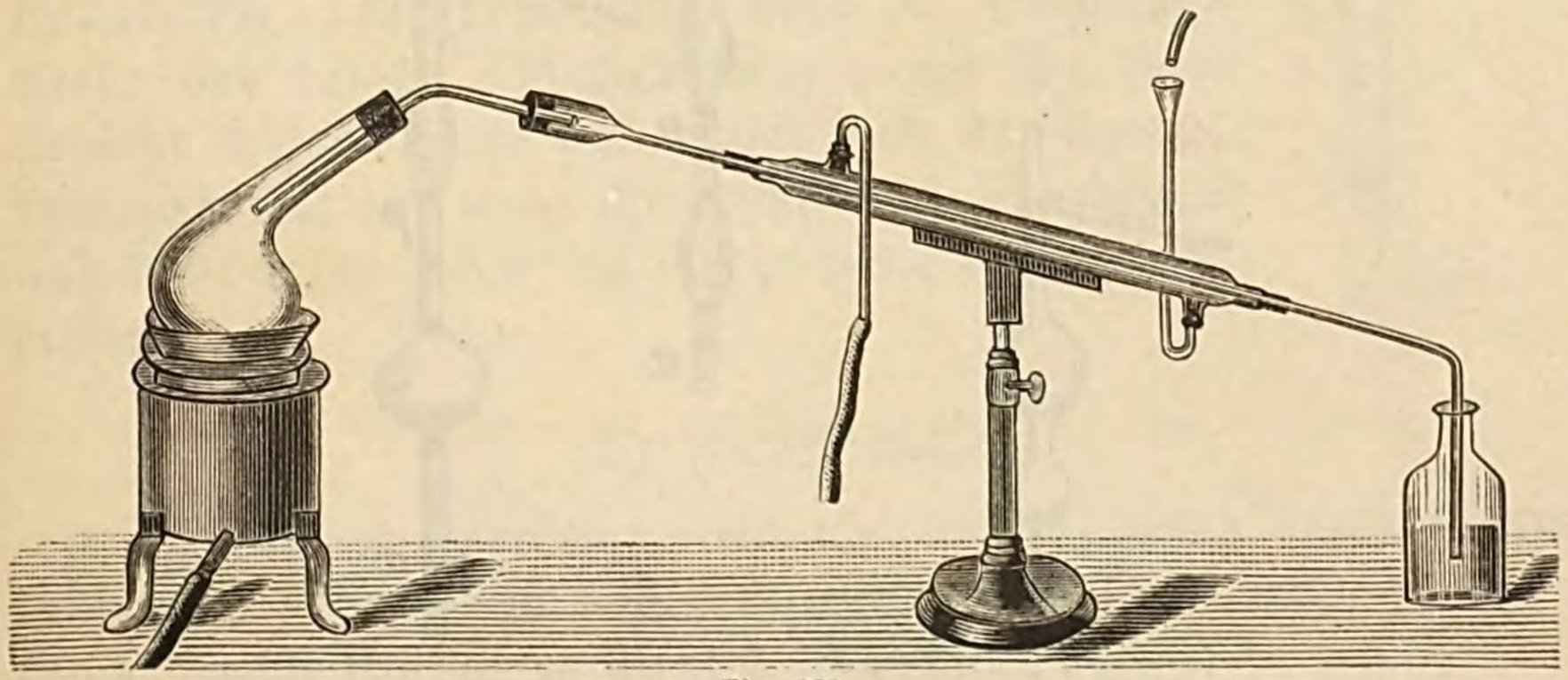


Fig. 223.

Die Kühlapparate werden auch dann angewendet, wenn es sich darum handelt, eine flüchtige Flüssigkeit längere Zeit zu er-

hitzen (z. B. eine Collodion-Emulsion), ohne dass ein Verlust des Lösungsmittels entstehen darf. Dieses Erhitzen unter Rückfluss wird derart durchgeführt, dass man den Liebig'schen Kühler in aufsteigender Richtung auf den Kochkolben setzt. Für sehr flüchtige Substanzen, wie Aether, nimmt man einen Kühler von der in Fig. 224 abgebildeten Form, während bei nicht sehr niedrig siedenden Flüssigkeiten häufig ein langes Glasrohr allein auf den Kolben aufsitzt.

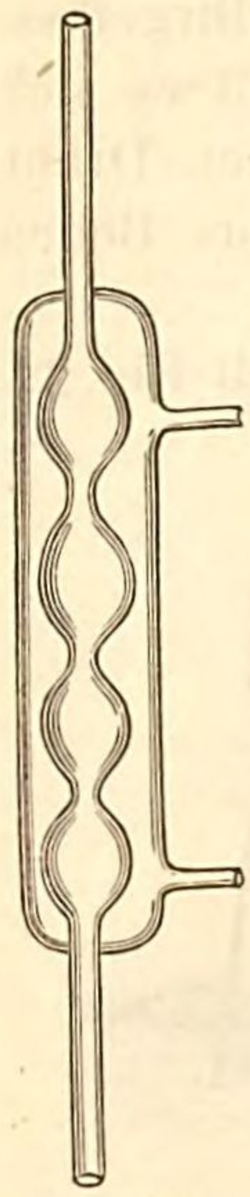


Fig. 224.

Die fractionirte Destillation hat den Zweck, Gemenge, die Bestandtheile von verschiedenem Siedepunkt enthalten, in ihre einzelnen Bestandtheile zu zerlegen. Gemischte flüchtige Flüssigkeiten haben keinen constanten Siedepunkt. Das Sieden beginnt etwas oberhalb der Temperatur des leichter flüchtigen Bestandtheils und steigt allmählich bis zum Siedepunkt des schwerer flüchtigen Stoffes. Senkt man ein Thermometer in die Flüssigkeit und fängt die einzelnen Theile (Fractionen) des Destillats in gesonderten Gefässen auf, so erreicht man damit eine Trennung des Gemisches. Bei einem Gemisch von Wasser und Alkohol werden die ersten Theile des Destillates fast reiner Alkohol, die letzten fast reines Wasser sein. Diese Trennung wird besser unter Anwendung eines Aufsatzes (Deplegmator-Rohre) erreicht, Fig. 225—227. Ein solches Depleg-

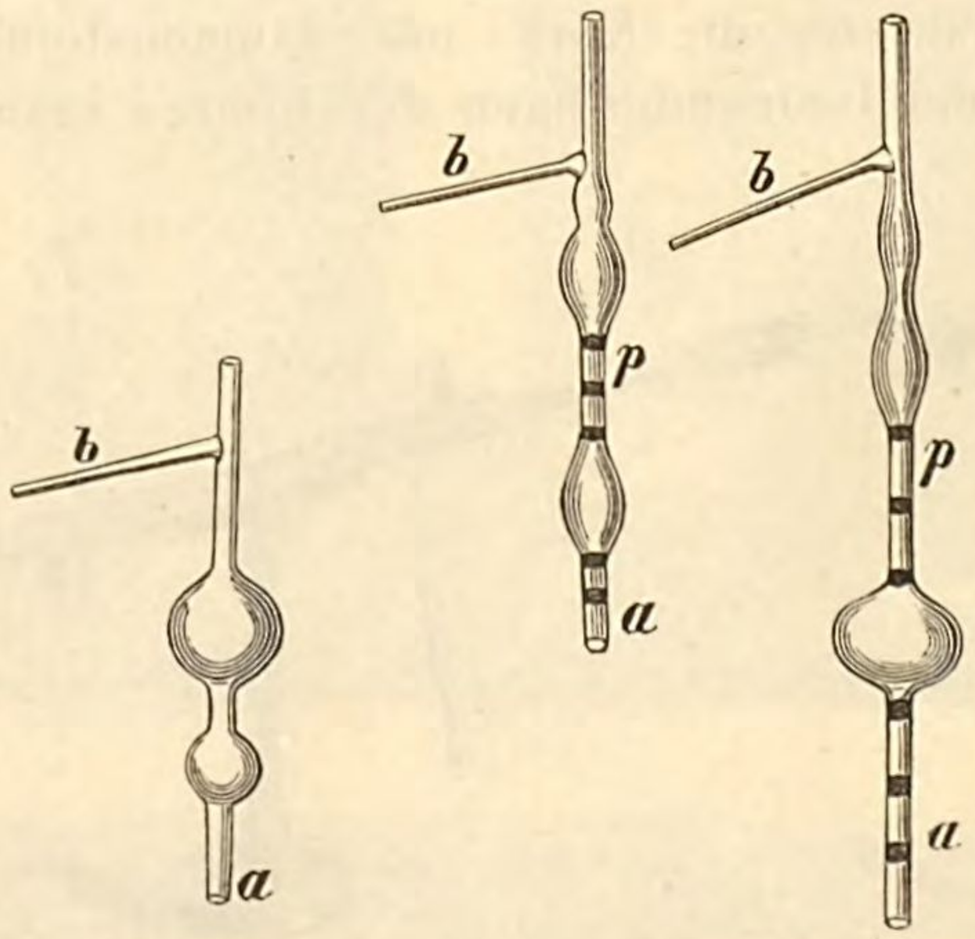


Fig. 225. Fig. 226. Fig. 227.

mator-Rohr besteht aus einem mit 2 bis 3 bauchigen Erweiterungen und einem seitlichen Ausflussrohre versehenen Glasrohr. Das un-

tere Ende *a* wird mittelst eines durchbohrten Stöpsels auf das Destillationsgefäss gesetzt und durch das obere im Thermometer bis in die oberste Erweiterung eingesenkt.

Das Rohr *b* wird mit dem Kühlrohre verbunden. In Fig. 226 und 227 stellen *p* kleine Platinnetzchen dar, an welchen sich die schwerer flüchtigen Bestandtheile der Mischung verdichten und in das Destillationsgefäss zurückfliessen; während die leicht flüchtigen Dämpfe erst durch das Kühlrohr condensirt werden. Für niedrig siedende Flüssigkeiten eignet sich der Fractionir-Aufsatz, Fig. 228, sehr gut. Er besteht aus einem Glasrohr, welches unten etwas verengt ist, mit Glasscherben angefüllt wird und oben ein T-Rohr trägt.

Fig. 228.

Zur Trennung nicht mischbarer Flüssigkeiten, wie sie mitunter bei Destillationen erhalten werden, bedient man sich der Scheidetrichter, deren Ablaufrohre mit einem Hahn versehen sind, Fig. 229. Nachdem sich in der Birne des Scheidetrichters die beiden Flüssigkeiten in zwei scharf von einander geschiedene Schichten gelagert haben, öffnet man den Hahn und lässt die untere Schicht ablaufen, worauf der Hahn sofort geschlossen wird.

Bei sehr geringen Flüssigkeitsmengen, welche sich z. B. in einer Eprouvette befinden, kann man zur Trennung die Capillarpipetten sehr gut gebrauchen. Man bringt die capillar ausgezogene Spitze, Fig. 229, unmittelbar über die Trennungsfläche der beiden Flüssigkeiten, saugt die obere Schicht in der Pipette auf, kneift dann den Gummischlauch fest zu, zieht die gefüllte Pipette heraus und lässt ihren Inhalt in ein anderes Gefäss auslaufen.

b) Sublimation.

Bei dieser Operation wird ein fester Körper durch Erhitzen in Dampf verwandelt und letzterer durch Abkühlung wieder zu einem festen Körper verdichtet (Sublimat).

Als Beispiel sei die Sublimation von Jod angeführt. Zu dem Zwecke bringt man auf ein grosses Uhrglas mit abgeschliffenem Rande das Jod, welches zuvor mit $^1/_6$ seines Gewichtes Jodkalium

zusammengerieben wurde. Dann erwärmt man das Gemenge auf dem Sandbade sehr allmählich, bis violette Dämpfe entweichen;

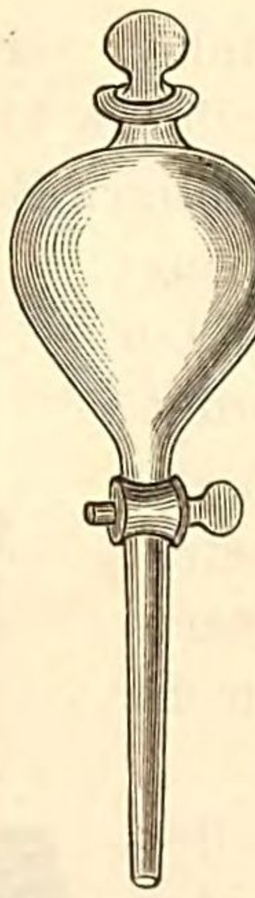


Fig. 229.

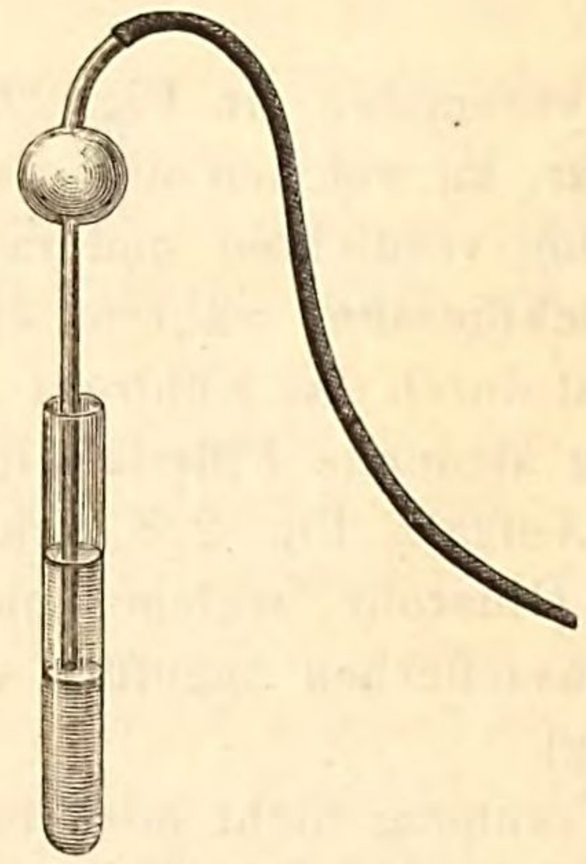


Fig. 230.

nun setzt man ein zweites, gleichgrosses Uhrglas auf das erste, Fig. 231, und erhitzt weiter, bis alles Jod sublimirt ist. Bei grös-

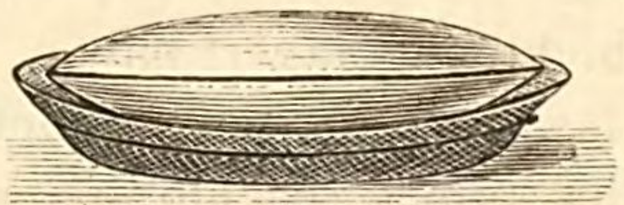


Fig. 231.

seren Mengen von Jod kann die Sublimation auch auf einem Porzellanteller durchgeführt werden, welchen man mit einem Glastrichter

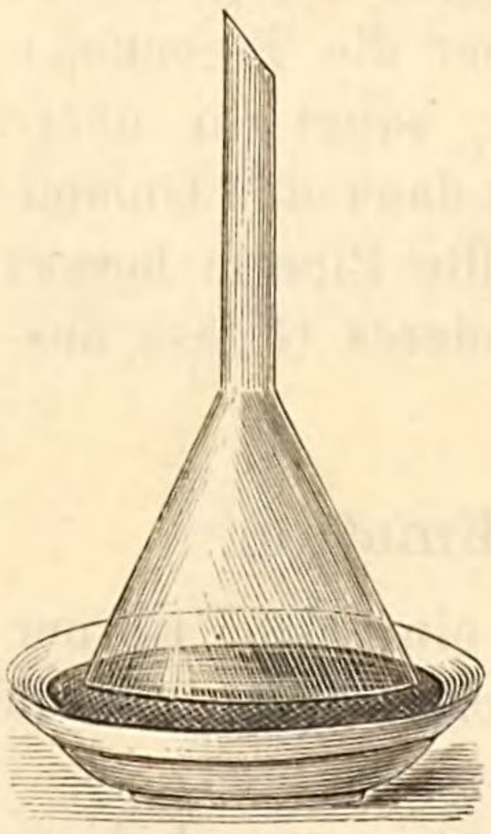


Fig. 232.

Fig. 233.

bedeckt und letzteren am Teller mit Papierstreifen überklebt, Fig. 232. Geringe Mengen eines Stoffes können auch in kleinen

übereinander schiebbaren Glasröhren (Wägeröhrchen) Fig. 233, sublimirt werden.

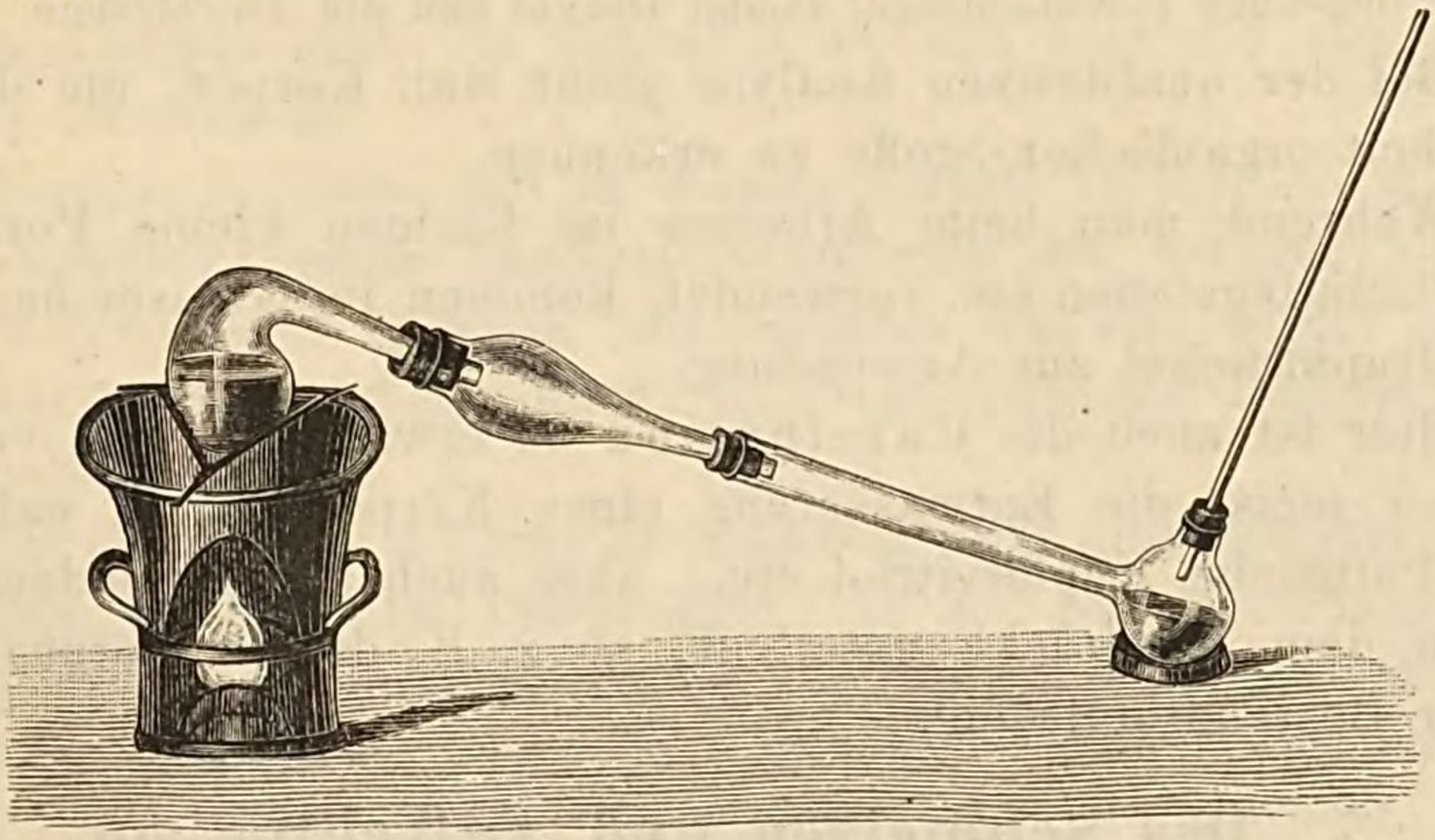


Fig. 234.

c) Das Glühen.

Nachdem das Abdampfen von Flüssigkeiten bereits an früherer Stelle besprochen wurde, so bleibt nur noch das Glühen der Körper zu erwähnen.

Das Glühen bezweckt die Trennung eines flüchtigen festen Körpers von einem weniger flüchtigen oder feuerbeständigen Körper.

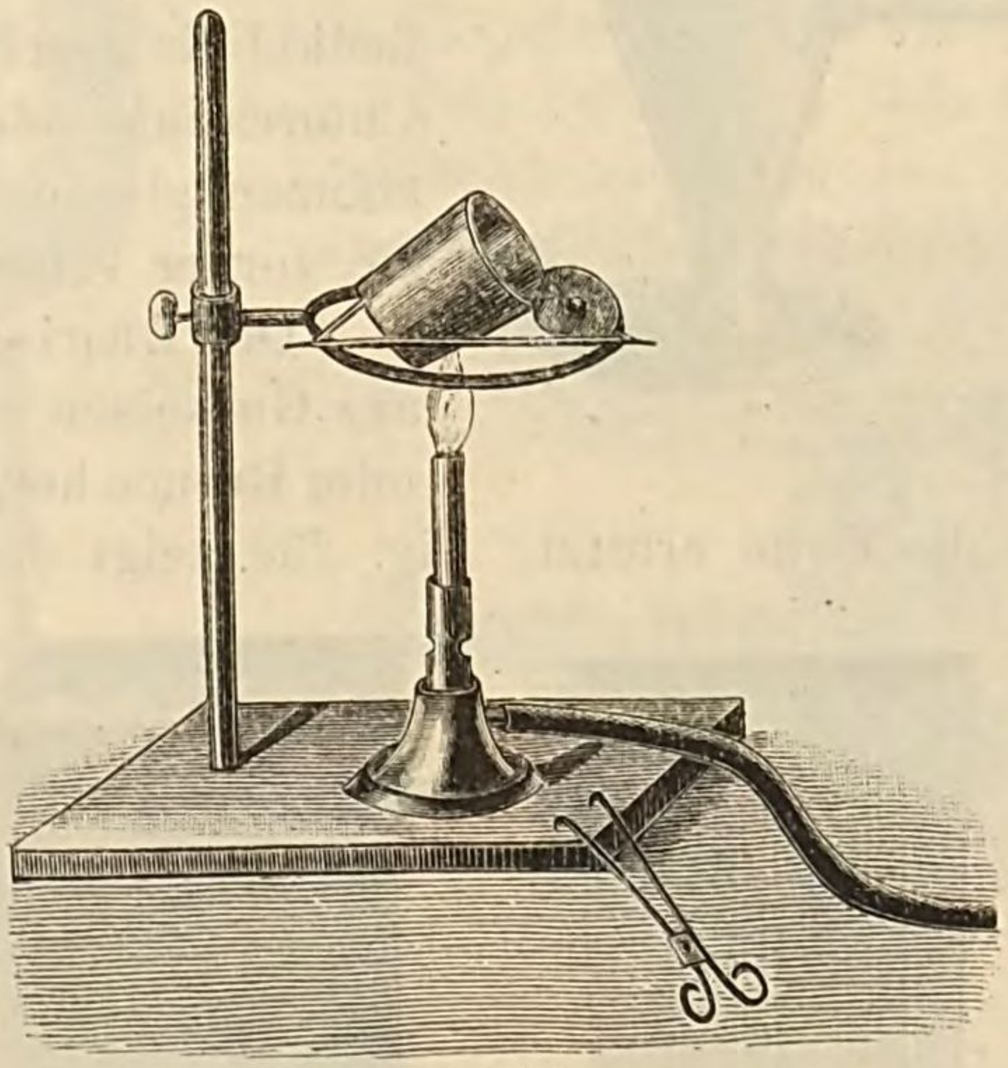


Fig. 235.

Das Glühen von Niederschlägen findet in der quantitativen Analyse Anwendung, um im Filter getrocknete Niederschläge, insofern es die Umstände gestatten, in eine bestimmte wägbare Form oder Verbindung zu bringen. Der getrocknete Niederschlag wird auf Glanzpapier gebracht, das Filter in einem

Tiegel vollkommen verascht, hierauf der Niederschlag zugefügt und das Ganze event. bis zum Glühen erhitzt. Fig. 235 zeigt das Stativ, den am Drahtdreieck liegenden Porzellantiegel sammt Deckel und die Tiegelzange.

Bei der qualitativen Analyse glüht man Körper, um die Anwesenheit organischer Stoffe zu erkennen.

Während man beim Arbeiten im Kleinen kleine Porzellan- oder Platintiegelchen etc. verwendet, kommen im Grossen hessische oder Graphittiegel zur Anwendung.

Hier ist auch die Calcination zu erwähnen. Man versteht darunter meist die Entwässerung eines Körpers (z. B. calcinirte Soda, Pottasche, Kupfervitriol etc.), aber auch andere Bedeutungen wurden dem Ausdrucke unterlegt, so z. B. die Zerstörung organischer Bestandtheile etc.

7. Das Schmelzen und Aufschliessen.

Das Schmelzen hat den Zweck, einen festen Körper durch Hitze in den flüssigen Zustand überzuführen. Die in Tiegeln geschmolzenen Substanzen giebt man häufig in Formen und lässt selbe darinnen erstarren.

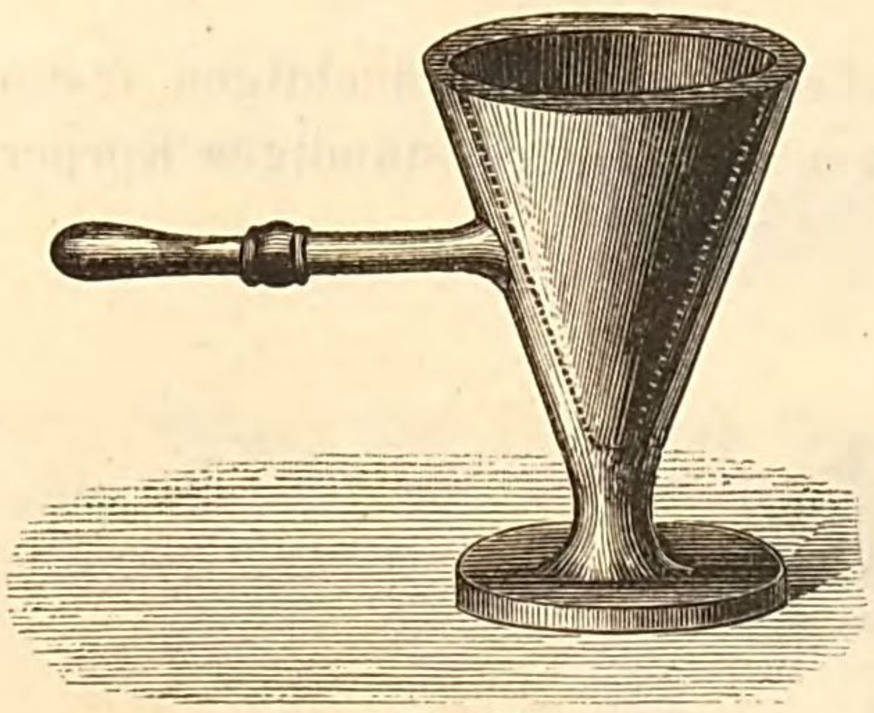


Fig. 236.

Bekannte Giessformen sind die Giessbuckel, Fig. 236, und die Lapisform, Fig. 237—238.

Will man in einen Giessbuckel ein geschmolzenes Metall, Chlorcalium oder ähnliche Substanzen giessen, so wärmt man sie vorher schwach an.

Die Lapisformen werden aus Gusseisen oder aus Messing oder Bronce hergestellt. Vor dem Giessen wird die Form erhitzt. Fig. 238 zeigt die beiden Hälften

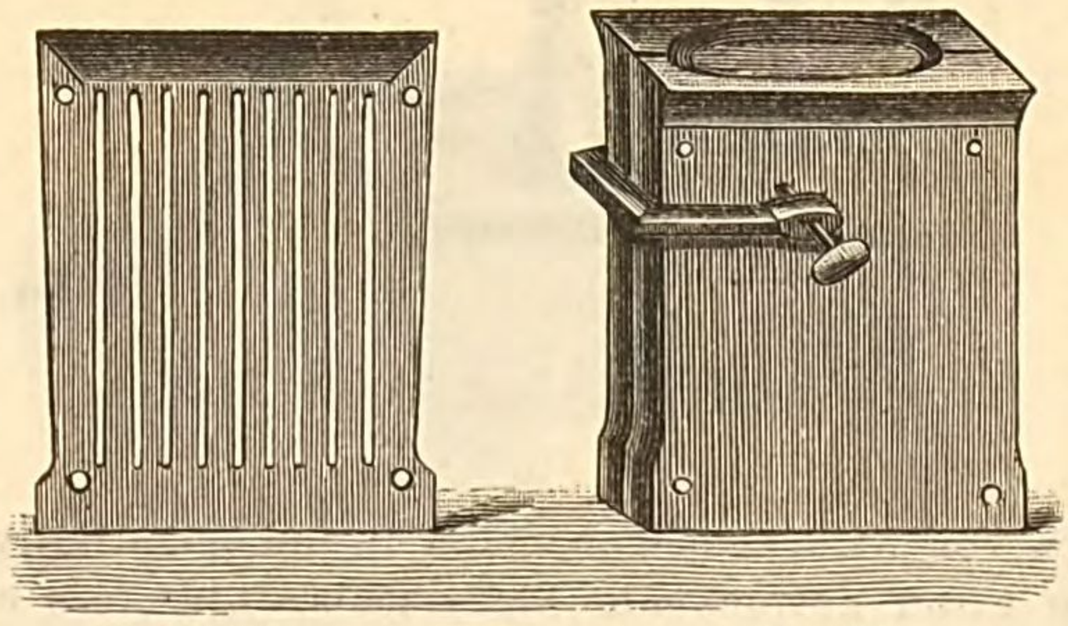


Fig. 237. Fig. 238.

der Form mittelst einer Schraube verbunden. Man giesst in die

Lapisform geschmolzenes Silbernitrat, Aetzkali, Aetznatron etc. und erhält darin die Substanzen in Form von Stängelchen; nach dem Erstarren nimmt man die Schraube ab und hebt die eine Hälfte von der anderen ab.

Werden in Säure und in Wasser unlösliche Körper, wie z. B. das Chlorsilber, durch Zusammenschmelzen mit anderen Körpern (z. B. kohlensaures Natrium, kohlensaures Kalium, Borax etc.) in eine lösliche Form übergeführt, so nennt man den Vorgang Aufschliessen.

Für analytische Zwecke benutzt man zum Aufschliessen kleine Porzellan-, Silber- oder Platintiegel. In der photogr. Praxis handelt es sich hauptsächlich um das Schmelzen resp. Aufschliessen der Silberrückstände. Zu dem Zwecke kommen hauptsächlich Tiegel aus hessischem Thon (rund oder eckig) in Betracht. Damit das Silber nicht als graue amorphe Masse in der Schlacke bleibt, sondern einen blanken Regulus gibt, ist die Erreichung bedeutender Hitze nöthig.

Es giebt verschiedene Gasschmelzöfen und stellt Fig. 239 einen Muffelofen für hohe Temperaturen dar, bestehend aus Gasofen mit gekrümmten Brennröhren und Vorrichtung zur Luftregulirung, Träger für den Schmelztiegel, Chamotteaufsatz mit Tiegelmantel und Deckplatte.

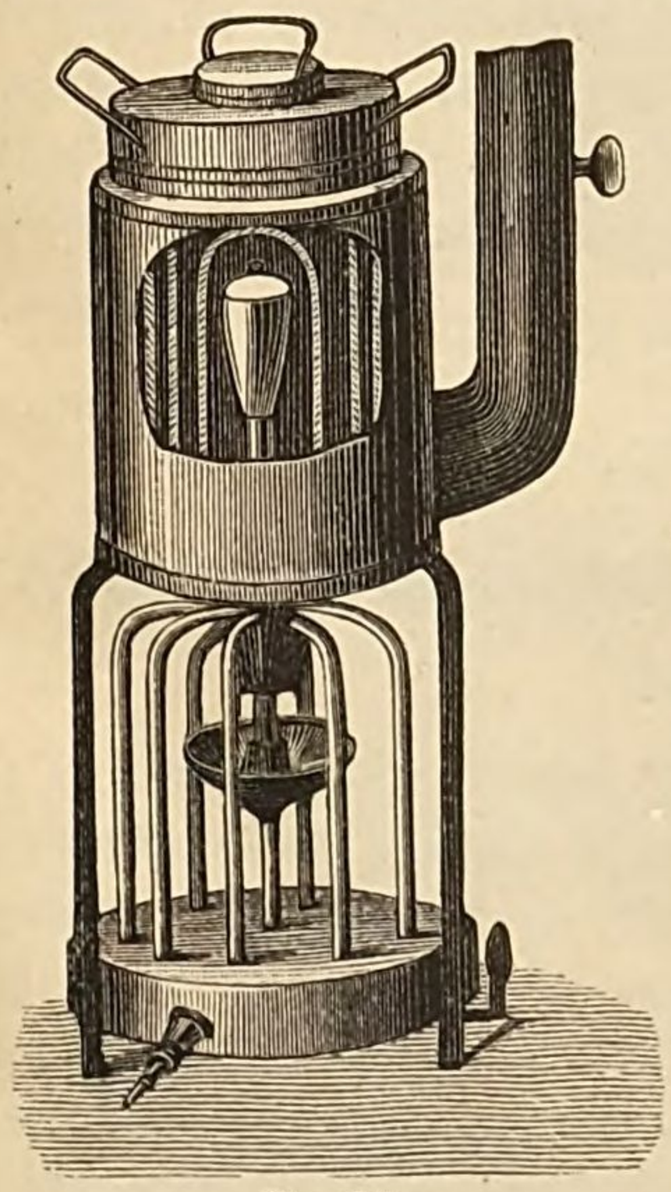


Fig. 239.

Fig. 240 ist ein Gas-Injector-Ofen, bestehend aus Ofen von Chamotte und verstellbarer Gasinjector-Gebläse-Lampe

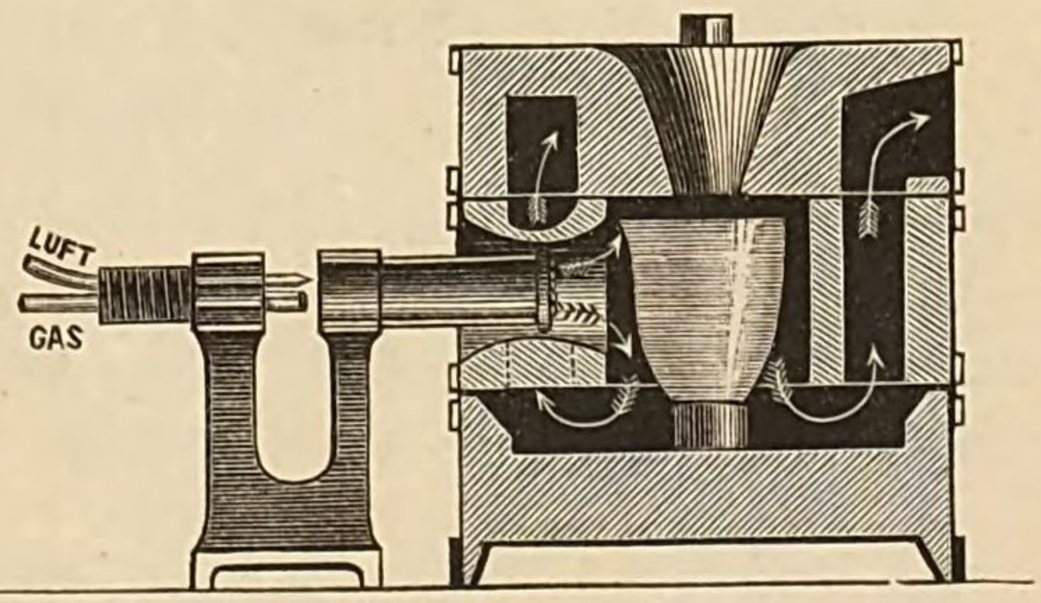


Fig. 240.

zur Erzielung sehr hoher Temperaturen für Schmelztiegel.

Fig. 241 ist ein Gas-Schmelzofen nach Fletscher für hohe Temperaturen, bestehend aus Gasbrenner mit zahlreichen Nickelröhren, eisernem Ofenmantel, Platten, Ringen und Dorn von feuer-

festem Thon, Schmelztiegel von 65 mm Höhe und 55 mm Weite, Schmelztiegelmantel von Graphit-Chamotte.

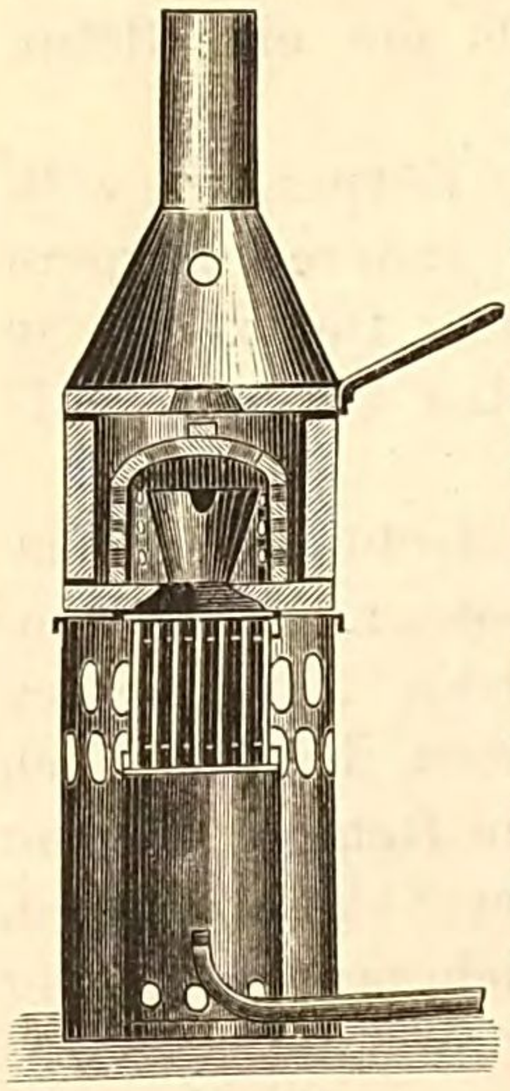


Fig. 241.

Aufmerksam sei noch auf die Art der Anzündung des Gases gemacht; es geschieht in der Weise, dass man mit dem brennenden Span schon an der Ausströmungsöffnung in Bereitschaft steht, wenn der Gashahn geöffnet wird. Es wäre gefährlich, den Gashahn zu öffnen und erst einige Zeit darnach das Gas zu entzünden, da es, mit Luft gemengt, heftig explodirt!

Wo keine Gasöfen zur Verfügung stehen, kann man bei gutem Luftzug, event. bei Verwendung eines Gebläses auch in einem eisernen, mit Chamotte ausgekleideten Ofen unter Anwendung von Schmelzcoaks ein Aufschliessen bewerkstelligen. Das Brennmaterial muss so lange nachgeschüttet werden, bis der Tiegelinhalt weissglühend und in ruhigem Flusse ist; in diesem Zustande muss er dann mindestens eine Stunde erhalten bleiben.

Nachtrag.

Seite 8 ist das in englischen phot. Zeitschriften gebräuchliche Apothekergewicht angegeben; daran anschliessend ist eine Umwandlungs-Tabelle von Grains in Gramme etc. und umgekehrt mitgetheilt. Diese letztere bezieht sich jedoch nicht auf die englischen Apothekergewichte, sondern auf die englischen Handelsgewichte. Der Gran hat in beiden Systemen denselben Werth, bei Unzen und Drachmen herrscht eine grosse Verschiedenheit. Die Umwandlung von Drachmen (Handelsgewicht) in Gramme geschieht durch Multiplication mit 1·771, während durch die Multiplication mit 3·9 (3·881) die Drachmen des Apothekergewichts in Gramme umgewandelt werden.

Apparat zum gleichzeitigen Schmelzen und Filtriren von Gelatine.[1])

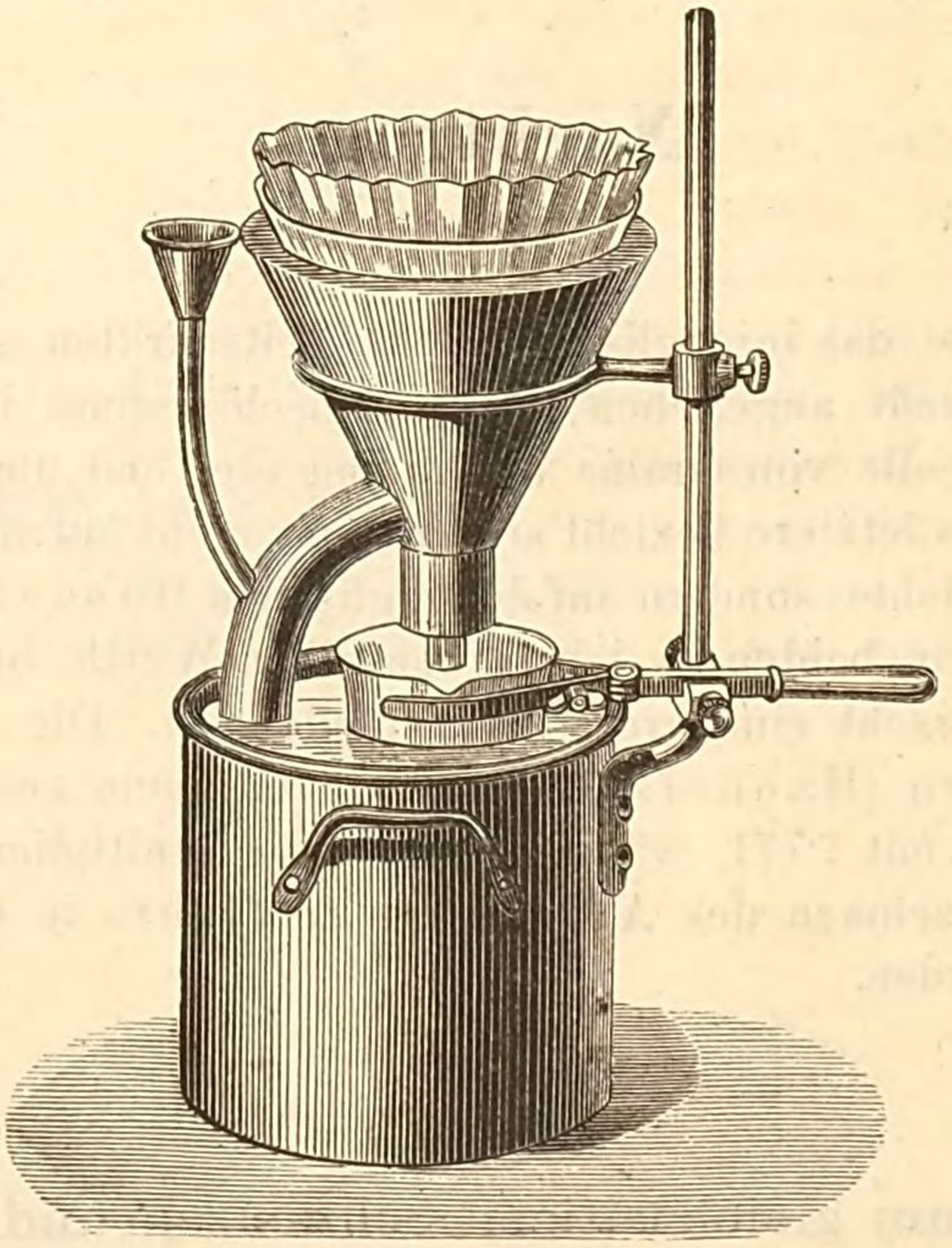
Das Princip dieses Apparates besteht in der Vereinigung und Vereinfachung zweier Apparate, welche man bisher getrennt benutzte, den einen zum Schmelzen der Gelatine, den anderen zum Filtriren derselben, so lange sie sich noch im warmen Zustande befindet.

Die Vereinigung der beiden Apparate hat den Vortheil, dass dabei kein Kaltwerden der flüssigen Gelatine vorkommen kann, ein Uebelstand, der bisher während der kurzen Zeit des Filtrirens schwer zu vermeiden war.

[1]) Photogr. Archiv 1891. — Die Photographie. 1891. Nr. 10. S. 172

Bei dem neuen, von Mr. J. Voirin in Paris construirten Apparat wird die Gelatine nach dem Filtriren im Marienbade selbst gesammelt, also stets auf der gleichen Temperatur erhalten.

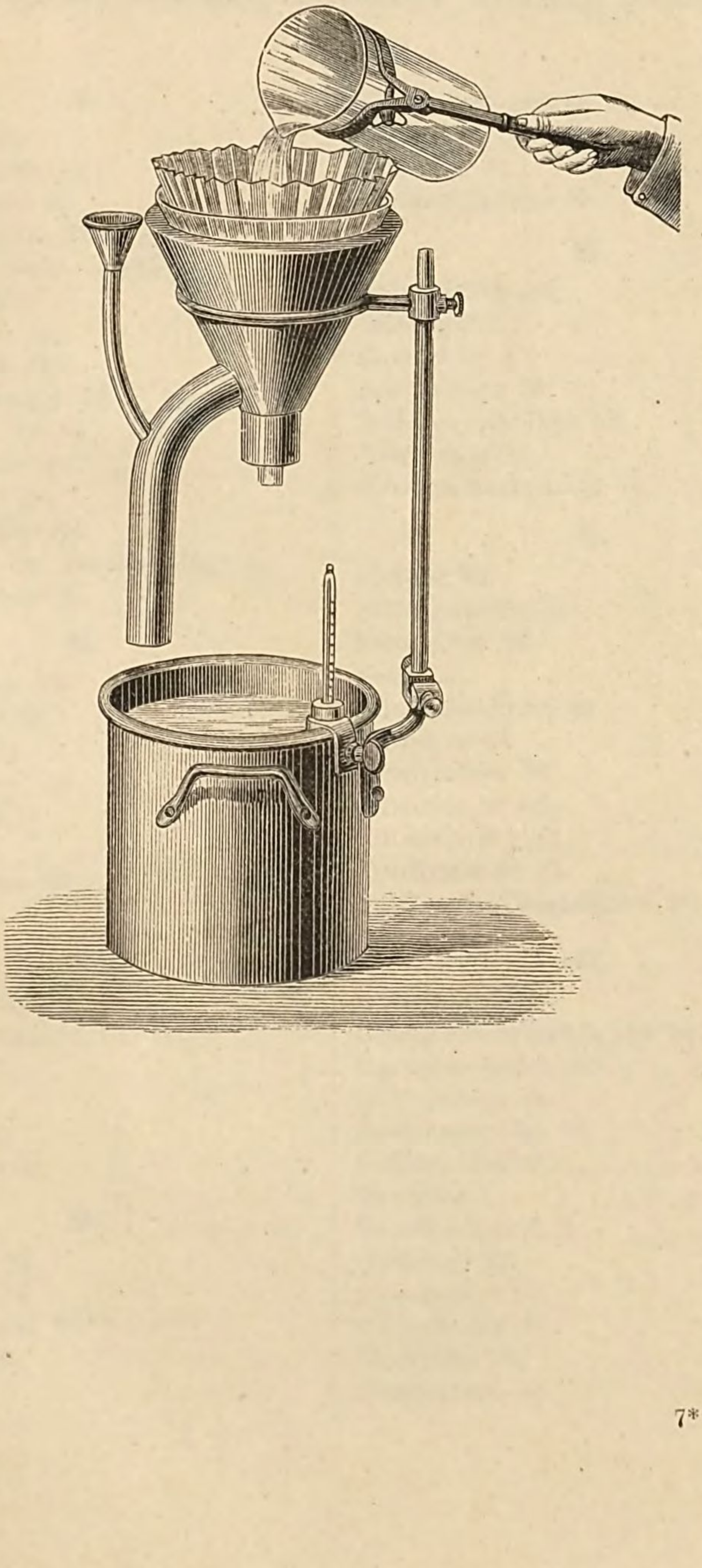
Der Apparat, Fig. 1, besteht im wesentlichen aus einem Kochgefäss (als Behälter für das Marienbad), an welchem seitlich ein eiserner Stab angebracht ist, welcher sich etwa 25 Centimeter



über den oberen Rand des Gefässes erhebt. Dieser Stab dient als Stütze für den Filtrirapparat, welcher mit Hilfe desselben höher und niedriger gestellt werden kann.

Sobald die Gelatine im Marienbade geschmolzen ist, schiebt man den Filtrirapparat an dem eisernen Stabe ganz in die Höhe, schraubt ihn mittelst der Stellschraube fest, nimmt dann den im Marienbade stehenden Becher, in welchem sich die Gelatine befindet, mit Hilfe des daran befindlichen Griffes heraus und giesst den Inhalt in den Trichter, Fig. 2. Hierauf setzt man den Becher sofort wieder in das Marienbad; er behält hier, auch wenn er leer ist, sein Gleichgewicht, indem er mittelst des Griffes eingehängt

wird. Die Gelatine wird auf diese Weise, nachdem sie durch das Filter gegangen ist, gesammelt, ohne sich im geringsten abgekühlt zu haben.



Alphabetisches Inhalts-Verzeichnis.

A.

Abgiessen 62.
Abdampfschalen 34.
Alkoholometer 15.
Alkohol-Sauerstofflampe 37.
Apothekergewicht, englisches 8.
Aräometer 12.
Argentometer 14.
Asbestplatten 42.
Aspirationsflasche 75.
Auflösungen 30. 46.
Auflösetrichter 48.
Aufschliessen 94.
Ausgusscylinder 24.
Auswaschen der Niederschläge 78.
Auswaschflasche 83.

B.

Beaumé-Grade 16.
Bechergläser 33.
Beck-Scala 16.
Berzeliuslampe 37.
Blasebürette 25.
Brenner 39.
Bunsenbrenner 40.
Bürette 25.

C.

Calcination 94.
Capillarpipetten 91.
Colatorium 71.
Colloide 56.
Colirtuche 72.
Crystalloide 56.

D.

Decantation 62.
Destillation 87.
Destillirapparat 88.
Dialysator 84.
Dialyse 84.
Dichtigkeitsmesser 11.
Drahtnetze 35. 43.
Dreifüsse 43.
Dreizackaufsatz 40.

E.

Effloresciren 59.
Eisenspatel 3.
Entwickler 49.
Eprouvetten 30.
Erlenmayerkolben 59.
Exsiccator 86.
Extractionsapparate 57.

F.

Fällung 59.
Fällungsmittel 61.
Faltenfilter 68.
Feile 53.
Filterschablonen 66.
Filtration 63.
Filtrirkolben 33.
Filtrirpapier 66.
Filtrirstutzen 33.
Filtrirgestelle 73.
Fractionirte Destillation 90.

G.

Gasbrenner 40.
Gasentwicklungsflaschen 34.
Gaskochapparate 40.
Gasregulator 8C.
Gasschmelzöfen 95.
Gefässträger 40.
Gewichte 7.
Gewicht specif. 8.
Giftheber 63.
Glanzpapier 93.
Glascylinder 33.
Glaserkitt 55.
Glasflaschen 34.

Glastrichter 64.
Glaswolle 66.
Glühen 93.

H.

Haarsieb 2.
Handelsgewicht, engl. 8.
Handwage 5.
Heber 63.
Herd, chemischer 45.
Heisswassertrichter 57. 65. 98.
Heitzvorrichtungen 36.
Holzlöffel
Hornblatt 3.
Hornspatel 3.
Hygrometer 87.

K.

Kautschukschläuche 42.
Kautschukstöpsel 53.
Kitt 36. 56.
Kochkolben 34.
Kochvorrichtung 36.
Kolben 32.
Korkbohrer 54.
Korkpresse 53.
Korkraspel 53.
Korkstöpsel 53.
Körpermaass 8.
Kronenaufsätze 40.
Kühlapparat 89.
Krystalle 56.
Krystallisation 56.
Krystallisationsschalen 57.

L.

Lackmuspapier 78.
Lapisformen 94.
Leinölfirnis 55.
Liebig'scher Kühlapparat 89.
Ligroinlampe 39.
Lösungen 46.
Lösungsmittel 30. 46.
Löslichkeitsbestimmung 48.
Luftdruckfiltration 74.
Luftpumpe 58.

M.

Mensuren 24.
Messcylinder 24.
Messingsieb
Mischcylinder 23.
Mörser 2.
Mutterlauge 58.

N.

Nachgiesser 83.
Niederschläge 61.

O.

Oefen 39.
Oelbäder 44.

P.

Paraffinbad 44.
Petroleumofen 38.
Pincette 6.
Pipetten 24.
Pistill 3.
Platingewichte 7.
Platinschalen 36.
Porzellanschalen 34.
Porzellantrichter 69.
Präcisionsgewichte 6.
Präcisionswagen 6.
Präcipitation 60.
Procentaräometer 13.
Pulverisiren 2.
Pulvergläser 51.
Pyknometer 11.

Q.

Quetschhahn 47.
Quantitätsbestimmungen 4.
Quecksilberthermometer 19.
Quetschhahnburetten 25.

R.

Reagentienflaschen 51.
Recipienten 58.
Réchaud 41.
Reibschalen 2.

S.

Sandbäder 44.
Saugapparate 74.
Scalenaräometer 13.
Schalen 34.
Scheidetrichter 91.
Schlangenbrenner 87.
Schlämmapparate 3.
Schlämmen 3

Schlämmtrichter 3
Schmelzen 94.
Schmelzpunktbestimmung 22.
Schmelztiegel 95.
Schmetterlingsbrenner 40.
Schwimmer nach Erdmann 27.
Senkwagen 12.
Sieben 3.
Sieden 32.
Siedepunktbestimmung 23.
Siedeverzug 32.
Silberbäder 68.
Silbermesser 14.
Silberschalen 36
Smirgel 4.
Spaltbrenner 40.
Spirituslampe 36.
Spritzflaschen 81.
Stärkekleister 55.
Stative 42.
Stehburetten 25.
Stehkolben 34.
Stöpselglas 11.
Sublimation 91.

T.

Tafelwage 5.
Temperatur 18.
Theilpipetten 24.
Tenakel 71.
Thermometer 19.
Trichter 64.
Tropfvorrichtungen 27.
Tuchfilter 71.

U.

Ueberkrystallisiren 59.
Uhrgläser 36.
Umkrystallisiren 59.

V.

Verdampfen 31.
Verdunsten 31.
Vollpipetten 25.
Volumeter 13.
Vorlagen 34.

W.

Wägen 4.
Waschapparat 80.
Wasserbäder 42
Wasserluftpumpe 75.
Wasserstrahlpump e77.
Weingeistlampe 36.
Winkelthermometer 19.
Woulf'sche Flasche 34.

Z.

Zerkleinern 1.
Zertheilung 1.

Halle (Saale), Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei.

Messere

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lainer, Alexander

Anleitung zu den Laboratoriumsarbeiten mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Photographen Mit 243 Abbildungen

Halle a. S. 1892

Phys.sp. 360 t
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11881806-9